

TEMA I

ANTECEDENTS HISTORICS DE LA MICROBIOLOGIA

La microbiologia és la ciència que estudia els microbis.

Microbi : organisme viu amb un tamany massa petit per ser vist amb l'ull humà.

CLASSIFICACIÓ DELS MICROBIS

Metazoos : pluricel.lulars

Protozoos : eucariotes i unicel.lulars

Microalgues : eucariotes i unicel.lulars

Fongs i llevats : procariotes i unicel.lulars

Cianobacteris : procariotes i unicel.lulars

Bacteris : procariotes i unicel.lulars

Virus : acel.lulars

VIRUS : tros d'ADN envoltat d'una proteïna. Són acel.lulars. Tots ells produeixen malalties.

PROTOZOOS : són unicel.lulars i eucariotes. Poden produir malalties en l'home, poden ser paràsits de l'home.

FONGS I LLEVATS : no són ni animals ni vegetals ; els bacteris tampoc.

CIANOBACTERIS : no són exactament bacteris i s'anomenen també bacteris blaus.

Tamanys :

Microalgues : 5–15.10 μm cúbics

Protozoos : 1–5.10 μm cúbics

Fongs i llevats : 20–50 μm cúbics

Bacteris : 1–5 μm cúbics

Cianobacteris : 5–50 μm cúbics

Virus : 10^{-2} – 10^{-5} μm cúbics

Tots ells s'han d'observar amb microscopi antic a excepció dels virus.

Per observar bacteris si es veu amb microscopi antic es farà servir en IMMERSIÓ EN OLI.

Per observar virus només ho podem fer amb microscopi electrònic. Fins el seu descobriment no es varen poder observar i es coneixia la seva existència però sabien com eren.

En l'actualitat la microbiologia es dedica a l'estudi de bacteris i virus.

La parasitologia es dedica a l'estudi de protozoos i altres organismes paràsits (com cucs... etc) tots ells pluricel·lulars.

Antecedents històrics :

Neix al s. XVII quan s'inventen els primers microscopis per Jansen i Galileo. A partir d'aquí molts científics estudien els organismes petits. Els primers microbis varen ser descoberts el 1677 per Leeuwenhoek que va descriure una gran quantitat de microorganismes, també va descriure els glòbuls vermells, espermatozoos. Ell creia que l'origen dels microorganismes era l'aire i que aquest era el seu medi de transmissió. A partir d'aquí l'òptica al anar evolucionant es van descobrint més coses.

El s.XIX el número de microorganismes observat és molt gran, agrupant-se en un grup de chacs

També en aquest segle un grup de microorganismes s'agrupen en el gènere de Bacterium que incloïen tots els microorganismes allargats en forma de bastó.

El 1950 es descobreix el microscopi electrònic que utilitza elctrons per augmentar la visió.

El microscopi elctrònic augmenta molt el poder de resolució dels microscopis. Amb la llum del microscopi òptic teniem uns límits. A partir del descobriment del microscopi electrònic es diferencia entre cèl·lules eucariotes i procariotes, també es descobreixen els virus.

TEMA II HISTÒRIA DELS MICROBIS I MALALTIES

Els grecs, com Hipòcrates reconeixien que en les malalties hi ha dos factors. Un intrínsec o de constitució de cada persona. Un altre factor extrínsec que està en l'aire, a aquest factor l'anomenaven MIASME.

A l'edat mitja les epidèmies van ser devastadores: peste negra, peste bubònica. Degut a que la gent va anar a viure a les ciutats. No hi havia clavegueres. Els aliments no es conservaven. Per això era tan fàcil el contagi.

La població d'Europa es va reduir a la meitat. Un científic: Francastorius va ser el primer en proposar que les malalties eren causades per un agent patològic (microbi-malaltia). La sífilis (és la malaltia que ell va estudiar), que no va aparèixer a Europa fins que no es va descobrir Amèrica.

Igual va passar amb la Peste Bubònica amb les creuades.

ORIGEN DELS MICROORGANISMES:

Els microorganismes produeixen les malalties (Fracastòrius).

Teoria de la generació espontània: del no res es formen els microorganismes que produeixen aquestes malalties. Aquesta teoria va ser acceptada durant molts anys. Hi ha bacteris que poden créixer sense aire (això no ho sabien).

1866 Haeckel defineix PROTISTA: és un ésser viu que no presenta diferenciació histològica (format per una sola cèl·lula).

1876 Koch presenta els diferents sistemes de cultiu dels microorganismes i aïlla l'agent causant del carbunco (o sigui que el poden veure).

A París, es crea l'institut Pasteur dedicat a buscar els mètodes per curar malalties (Antibiòtics).

A Berlín l'institut Koch s'especialitza en aïllar microorganismes.

1877 Pasteur descobreix la primera vacuna. Una malaltia de les gallines quan els hi donava cultiu embellit de la malaltia i aquestes eren immunes a la malaltia (o sigui l'agafaven mínimament).

Després descobreix la vacuna contra la ràbia i comença a descobrir antibiòtics.

Els antibiòtics per les bactèries.

Les vacunes pels virus.

CARACTERÍSTIQUES BIOLÒGIQUES DE LES BACTÈRIES.

BACTÈRIA: ésser viu unicel.lular amb tipus d'organització procariota.

Totes les bactèries són procariotes.

Hi ha dos tipus d'organització en l'ésser viu:

A: PROCARIOTA: bacteris, cianobacteris, i fongs

B: EUCARIOTA: animals, i vegetals.

A: ORGANITZACIÓ PROCARIOTA

Tots els éssers vius de l'organització procariota són unicel.lulars.

La seva cèl.lula és més petita : d'una a cinc micres. O sigui 10 vegades més petit que una cèl.lula eucariota.

No té cap mena d'òrgànuls citoplasmàtics, o sigui , el material genètic del nucli es troba agrupat en un sol cromosoma i no està envoltat de cap membrana nuclear que el separi de citoplasma (no hi ha nucli).

S'agrupen formant colònies quan les condicions ambientals són òptimes o sigui a 37°C i els nutrients adequats que són difícils per totes. Aquestes colònies es veuen a simple vista.

Tenen una taxa de creixement molt elevada. Amb 48 hores si les condicions són òptimes poden arribar a multiplicar-se milions de vegades.

Poden viure en ambients extrems: hi ha bacteris que poden viure des d'un Ph 1 a un Ph 14. També poden viure amb temperatures extremes com fonts termals i fins i tot al gel. Els intervals de pressió també varien des de pressions molt altes a molt baixes i sense aire fins hi tot.

ESTRUCTURA DE LA CÈL.LULA BACTÈRIANA

–cromatina

–ribosomes

- mesosomes
- membrana cel.lular
- llims i càpsula (substància polimèrica exterior o EPS)
- pared bacteriana

CÀPSULA , LLIMS o SUBSTÀNCIES POLIMÈRIQUES EXTERIORS

Estan formades per material amorf.

La seva composició química és d'hidrats de carboni, aminoàcids i àcids urònics.

Càpsula:els materials estan adherits a la cèl.lula

Llim: els materials encara no estan adherits a la càpsula.

No totes les bacteries tenen càpsula.

Hi ha una relació directa entre la presència de substàncies polimèriques exteriors (llims i càpsula) i virulència. Per exemple l'estreptococcus mutans (és un coc gram positiu).

Les bacteries virulentes són les que tenen càpsules, i quan no tenen càpsules no produeixen la malaltia.

El sucre fa que aquestes bacteries produeixin la càpsula i aquestes bacteries ataquen dents i produeixen la càries. Les bacteries que no tenen càpsula estan molt més adaptades a resistir la dessecació i a les substàncies tòxiques que poden haver-hi en el nucli. Quan a dins una espècie hi ha variacions es diuen SOQUES.

PARED BACTÈRIANA

És típica de les bacteries. Semblant a la pared cel.lular dels vegetals. Es una estructura rígida i la forma de la pared determina la bacteria que és.



La pared permet a les bacteries soportar variacions de la pressió osmòtica.

Algunes bacteries les gram negatives a la pared tenen substàncies tòxiques anomenades TOXINES i com que estan a la pared s'anomenen ENDOTOXINES.

COMPOSICIÓ QUÍMICA de la pared bacteriana en general varia depenent del tipus de bacteries. Dos tipus:

- Bacteries gram positiu: polisacàrid: polisacàrid la Mureina 50% i Àcids Teicoics 50%.

– Bactèries gram negatiu: Mureina 10%, Lipoproteïnes i lipopolisacàrids un 90%.

Vistes en el microscopi electronic la pared també es veu diferent.

En el cas de les bactèries G⁺ la pared es veu en una sola capa homogènia.

En el cas de les bactèries G⁻ la pared es veu formada per 5 o 8 capes diferents i alternatives de Mureina i a sota de lipoproteïnes + liposacàrids.

TINCIÓ DE GRAM

L'inventor d'aquesta tinció va ser Cristian Gram.

Les bactèries es classifiquen en G⁺ o G⁻ segons el que ha sortit en la tinció de gram.

Aquesta tinció és doble perquè utilitza colorant.

El cristall violeta (blau) i la Safranina (vermell). A més a més hi ha altres reactius.

Les bactèries G⁺ queden tenyides pel cristall violeta.

Les bactèries G⁻ són decolorades i es tenyeixen per la safranina i queden de color vermell.

Les G⁺ són més grosses que les G⁻.

ANTIBIÒTICS QUE ACTUEN A NIVELL DE LA PARED

1.- Penicil.lina: aquesta inhibeix la tanspeptidització de la pared i aquesta no es forma i la bactèria en conseqüència es mora. Actua sempre sobre els bacteris no formats.

2.- Lisocima que hidrolitza l'enllaç beta 1-4 de la Moreina amb la qual cosa destrueix la pared. Aquesta actua sobre bactèries ja construïdes perquè trenca un enllaç de la pared.

Hi ha un grup de bactèries que no tenen pared bacteriana i s'anomenen PROTOPLAST, són esfèrics però no són COCS. Per estabilització de la pressió queden rodones.

MEMBRANA CEL.LULAR de la bactèria és típica. Es trilingüar (tres capes).

Composició química: lípids i proteïnes. 40% de lípids i 60% de proteïnes (característica típica de la membrana de la bactèria).

La ultra estructura (estructura envolta pel microscopi elctrònic) va ser vista per Singer i l'anomena BICAPA (es veuen dues capes de 7mm).

L'explicació que va donar Singer és la següent:

–Fosfolípids: tenen una part hidròfila (afinitat per l'aigua) i una part hidròfoba (no li agrada l'aigua).

–Proteïnes

A la cara interior de la membrana cel.lular moltes vegades s'hi troben diferents tipus d'enzims:

- enzims relacionats amb el transport de substàncies.
- enzims q intervenen amb la biosíntesi de la membrana
- enzims q intervenen a la fosforilació oxidativa
- a vegades es troba relacionada amb el cromosoma bacterià

Entre la membrana i paret hi ha l'espai PERIPLASMÀTIC aquest espai és molt més fàcil d'observar amb G- en aquest espai hi ha molècules relacionades amb el transport.

ANTIBIÒTICS QUE ACTUEN A NIVELL DE MEMBRANA.

- Polidixina:

Té efecte detergent.

Altera els fosfolípids de la membrana i això fa que s'alteri la permeabilitat de la membrana.

És més efectiva en bacteris G-.

- Nistatina:

Interactua amb els esterols que són molècules que es troben a les membranes dels fongs o sigui que només actua amb els fongs i a les bactèries no els hi fa res o sigui que és antifúngica.

APÈNDIX CEL·LULARS:

Té dos grups:

FIMBRIA o PILI: característiques atributives de soca.

La fimbria o pili són apèndix que no totes les bactèries els tenen.

Es poden confondre amb els flagells.

Són més gruixuts que els flagells.

Són rectes i més curts que els flagells.

No tenen mobilitat.

Si fem un tall al fimbria veurem que són buits (o sigui que són com tubs).

Estan connectats a nivell de membrana, o sigui, un fimbria és un tub que ens connecta l'interior amb l'exterior.

Són molt importants en processos de parasexualitat. Injecten l'ADN d'una cèl·lula a una altra. Aquestes dues cèl·lules estan connectades mitjançant un fimbria i l'ADN passa d'un a l'altre per dins el fimbria.

CILIS I FLAGELLS:

Són apèndix que intervenen en la mobilitat de la bactèria.

Totes les bactèries que es mouen és perquè tenen o un o l'altre.

De flagells n'hi ha pocs i són molt llargs.

De cilis n'hi ha molts i són curts.

La mobilitat de la bactèria es considera una qüestió de tacte.

En les G⁺ les bactèries busquen i es mouen per les substàncies que necessiten.

En les G⁻ les bactèries es mouen per fugir d'una condició adversa.

Fimbria: és una característica típica de soques.

Flagells: és una característica típica de les espècies.

MESOSOMES:

Són estructures membranoses intracitoplasmàtiques.

Estan formats per invaginacions de la membrana.

Es troba en les G⁺ i en les G⁻ són més petites i n'hi ha menys.

En els mesosomes hi ha una concentració molt alta d'enzims respiratoris o sigui de la fosforilació oxidativa.

Es creu que la funció dels mesosomes està relacionada amb la respiració de les bactèries que és similar a les mitocondries amb la cèl.lula eucariota.

Altres funcions: intervenen en la formació de la pared. En algunes espècies els mesosomes segreguen substàncies que destrueix antibiòtics. Per exemple: els bacillus adreniformis segreguen penicilases (i les penicilases destrueixen la penicil.lina).

RIBOSOMES:

Es l'únic orgànul que tenen les bactèries en el seu citoplasme.

Els ribosomes bacterians són similars als ribosomes eucariotes.

Les diferències són:

El tamany dels ribosomes en comparació a les bactèries són mes petits.

Les proteïnes que formen els ribosomes són exclusives de les bactèries.

La seva composició és: 60% ARN (àcid ribonucleic) i un 40% format per proteïnes.

Vistes al microscopi el·l·trònic tenen forma de sola de sabata.

Estan formades per dues subunitats la gran s'anomena 50s i la petita 30s

Funció:

Intervé en la síntesis de proteïnes.

L'ADN per un procés anomenat transcripció es tradueix a una molècula ARN missatgera i els ribosomes llegeixen el codi genètic. Les bases nitrogenades són llegides pels ribosomes.

ANTIBIÒTICS QUE ACTUEN A NIVELL DELS RIBOSOMES:

– cloranfenicol: (CLF): inhibeix l'enllaç peptídic en la síntesis de proteïnes. L'enllaç peptídic és la cadena que uneix els aminoàcids.

Dins de les mitocondries hi ha ribosomes igual que a les bactèries.

Llavors aquesta medicació afecta a les cèl·lules mitocondrials eucariotes i per tant afecta als ribosomes i a nosaltres pq tb tenim mitocondries.

– Estreptomicina: (STR) s'associa a la subunitat 30s dels ribosomes i el que fa és produir errors en la pauta de lectura i porta la mort de la cèl·lula.

L'efecte de l'estreptomicina és menys tòxic que el CLF.

– L'eritromicina: s'associa a una proteïna relacionada amb la resposta (SOS= mecanisme de reparació dels errors de transcripció). Llavors l'eritromicina s'ajusta al SOS i els errors no s'arreglen.

–Tetraciclina: impedeix la unió d'aminoàcids al ribosoma.

NUCLI o CROMATINA:

La característica principal de les bactèries és que el material genètic no està separat del citoplasma per la membrana o sigui que no té nucli.

El nucli està format per la massa nuclear i la cromatina.

La cromatina està formada per ADN (àcid desoxi ribonucleic).

Només hi ha un cromosoma.

Ocupa el 10% del citoplasma.

En les bactèries G+ la cromatina és més compacte.

En les G- el nucli és molt més difús.

En les bactèries són l'únic grup de sers vius en el qual s'ha pogut fer el mapa cromossòmic.

S'ha agafat els cromosomes i mirat tots els seus gens. Un gen és la part del cromosoma que determina el caràcter, la resistència a l'antibiòtic, etc.

Per exemple: en l'Ecoli és el ser viu del qual l'home coneix totes les intimitats. S'ha pogut fer el mapa cromossòmic. S'ha vist la doble hèlix de l'ADN i per veure'l es va fer una autoradiografia amb timidina (base nitrogenada) i tritiada (isòtop radioactiu).

El seu pes molecular és de: $2,8 \cdot 10^6$ elevat a menys 7 uma.

En el cromosoma Ecoli hi ha 4,2 milions de parells de bases i es coneixen tots on està.

Altres bacteries on s'ha fet el mapa cromosòmic és:

- Bacillus subtilis
- Salmonella typhi q es la que provoca salmonelosi i febres tifoidees.

FORMES DE RESISTÈNCIA DE LES BACTÈRIES O FORMES DE CRIPTOBIOSI

Són estructures que fan les bacteries quan les condicions ambientals són adverses. El nom vulgar són ESPORES de bacteries.

Les espores són una forma de resistència.

Quan les bacteries s'esporen , el catabolisme quasi bé es fa nul. O sigui quasi bé ni sintetitza res.

Les espores són molt resistents als agents tòxics.

Per exemple el calor, les radiacions, substàncies químiques, etc.

Quan les bacteries estan esporulades poden aguantar temperatures superiors a 100°C.

L'autoclau fa bullir l' N_2O a més de 100°C.

Per esterilitzar bacteries es connecta l'autoclau a 120°C durant 20 minuts.

Hi ha molts tipus d'espores a les bacteries:

ENDOESPORES: que és la més freqüent. Es una espora interna típica de les bacteries G⁺ com per exemple:

- el gen Bacillus que és formador d'endoespores.
- el Clostridium que creix sense aire.

EXOESPORES:

- Conidis (Actinomicetals): aquests formen un grup de bacteries anomenades conidis.
- Micobacteries : aquestes formen mixoespores, com per exemple les Mixobacteries, que són bacteries lliscants.
- Cistobacteries: són típiques del gènere Azotobacter.
- Acinets són típics de les cianobacteries.

Les espores es formen a les últimes fases del creixement de la bactèria.

Artificialment es pot induir al fabricament de les espores i s'ha d'aconseguir que les condicions ambientals de la bactèria siguin adverses: temperatures més altes o baixes, medis de cultiu encoberts o sigui no renovant els nutrients del medi, etc.

FORMACIÓ DE L'ENDOSPORA:

El material genètic (cromosoma o ADN) es situa a un extrem de la cèl.lula.

La membrana forma un septe en el lloc on està concentrat l'ADN.

El septe es trenca. La membrana divideix la matèria en dues parts: una és la que no té l'ADN i és la protoplasmàtica mare. I l'altre és la que té l'ADN que s'anomena protoplasmàtica esporal.

El protoplasma mare invagina el protoplasma esporal.

S'uneixen tots dos (protoplasma mare i protoplasme esporal: PM+PE).

Llavors no es diferencien els dos protoplasmes.

I apareix la formació de cossos paraesporals.

COSSOS PARAESPORALS:

Formats per:

- cortex
- envoltas
- exosporium

Totes aquestes tres parts més el protoplasma esporal, és el que formen les ESPORES.

PROTOPLASMA ESPORAL:

A l'interior del protoplasma hi ha l'ADN.

Hi ha poc contingut en aigua.

Els enzims respiratoris es redueixen a un 5%.

CORTEX:

Capa més interna de l'espora.

Està relacionada amb l'estabilitat tèrmica o sigui, és un aïllant tèrmic.

ENVOLTES:

Capas laminars molt impermeables. La seva funció està relacionada amb la prohibició de l'entrada de substàncies tòxiques.

EXOSPORIUM:

Estructura molt sensible.

No se sap la seva funció del tot, es creu que té funció ornamental.

Es trenca ràpidament.

GERMINACIÓ DE L'ESPORA:

Aquest procés és el contrari de l'esporejació.

L'esporeja passa a cèl.lula.

Quan les condicions són favorables l'esporeja germina.

Hi ha tres fases:

- Activació: l'esporeja es fa permeable.
- Iniciació: el citoplasma o protoplasma s'hidrata i els enzims comencen a funcionar.
- Naixement: es perden totes les estructures típiques de l'esporeja i es restableixen les estructures familiars.

TEMA III : DESENVOLUPAMENT I CREIXEMENT BACTERIÀ

El creixement: és un augment de la biomassa acompanyat de la duplicació d'àcid nucleic.

Perquè hi hagi creixement s'han de complir dos requisits:

- augment de la biomassa (massa viva).
- duplicació d'àcid nucleic cada cop que es duplica la biomassa.

En els éssers vius hi ha dues formes de creixement:

- Estratègia K: gran biomassa individual , és a dir els individus de l'estratègia K, tenen una gran biomassa individual i una taxa reproductora molt baixa. Per exemple: ésser humà.
- Estratègia de la R: tenen una biomassa individual petita i una taxa reproductora molt grossa. Per exemple: les bacteries.

A la K els pares han de vigilar els fills perquè no es morin, ja que n'hi ha pocs.

A la R de fills n'hi ha molts per tant no cal cuidar-los, ja que sempre n'hi ha molts que es salven.

CREIXEMENT BACTERIÀ:

Les bacteries es diu que tenen un creixement binari transversal. Transversal, perquè la bactèria es trenca transversalment.

Quan les condicions són òptimes aquest creixement s'anomena: creixement balancejat.

Per exemple: un cultiu d'Ecoli a 30°C Ph7,3 té un temps de generació de 20 minuts. O sigui cada 20 minuts hi ha un creixement binari.

Temps de generacio:

I O

^

II O O

^ ^

III O O O O

Si els deixessim 48 hores tindríem 2 elevat a 144 cèl.lules, que és el mateix que dir: 2,2 per 10 elevat a 31 gr, i això no és un creixement balancejat.

Això no passa degut a que els nutrients són limitats i llavors el cultiu s'embelleix.

MESURES DEL CREIXEMENT BACTERIÀ:

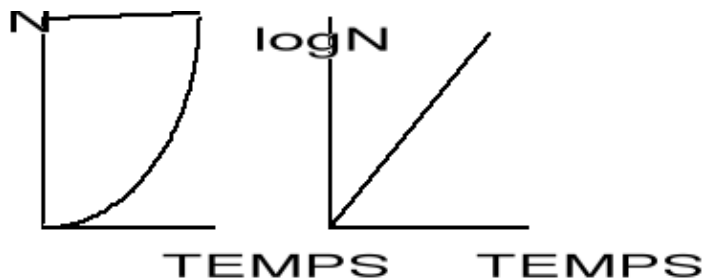
1^a mesura: contatge del número de cèl.lules. Aquesta tècnica és molt lenta i manualment ja ningú la utilitza. Les màquines que conten automàticament les cèl.lules són els contadors de partícules COULTER.

2^a mesura: quantant la concentració de nitrogen que hi ha en el cultiu. És un creixement balancejat quan el 60% de les proteïnes es nitrogen.

3^a mesura: el pes sec. També en creixement balancejat el 50% del pes sec és proteïnes.

4^a mesura: mesurant la densitat òptica, amb un espectofotòmetre. A mesura que el cultiu líquid va augmentant, també augmenta la turbidesa i es pot mesurar la densitat òptica.

GRAFQUES DELS CREIXEMENT BACTÈRIA



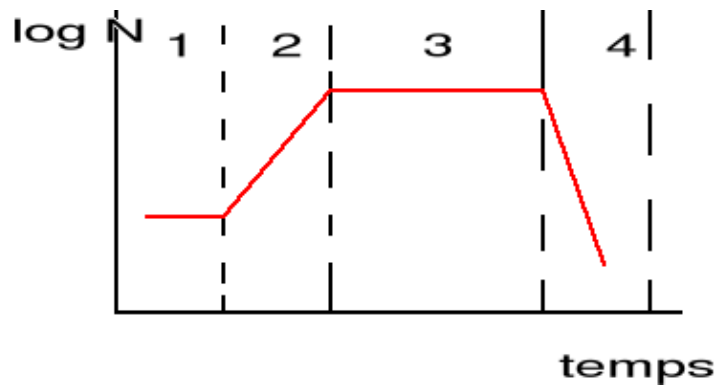
N = número de cèl.lules

Quan més cèl.lules hi ha més augmenta el cultiu.

La funció exponencial: $Y = 10 \text{ elevat a } x$, a la que respon el creixement exponencial que es pot transformar en funció logarítmica. Logaritme de N al llarg del temps que es transforma en una recta.

S'utilitza el logaritme perquè amb una funció logarítmica és molt més senzill saber el número de cèl.lules que hi ha al llarg del temps, ja que en una funció exponencial, la corba en un moment determinat es fa recta i no podem saber la quantitat de cèl.lules al llarg del temps.

GRAFICA DE LES 4 ETAPES DE CREIXEMENT:



1ª Fase: inicial o de latència.

2ª Fase: exponencial

3ª Fase: estacionària

4ª Fase: de mort

1ª FASE:

El cultiu en aquesta fase no està en creixement. Les cèl.lules acaben de posar-se en el cultiu i estan una estona acostumant-se a unes condicions ambientals noves i quan s'han adaptat del tot, comença aquesta fase del creixement. La longitud d'aquesta fase està relacionada amb la longitud de la fase 3. Si aquesta fase és curta tb ho serà la 3, i si aquesta fase és llarga tb ho serà la 3.

2ª FASE:

Típica de creixement. Si el creixement és ideal, tot serà en aquesta fase. La pendent és la que determina el creixement. Quant més pendent hi ha més groa és el creixement.

La pendent és igual a:

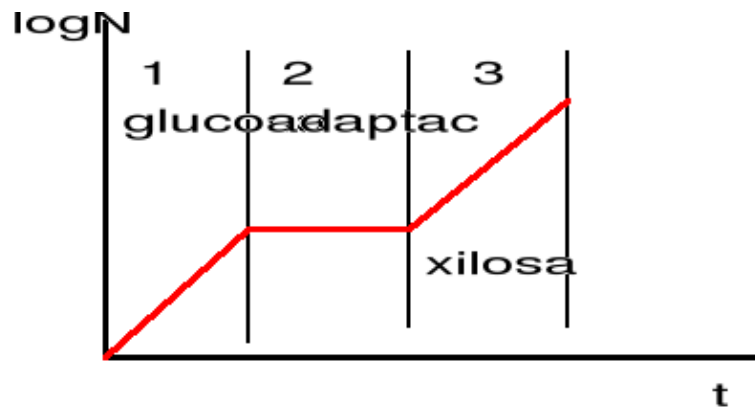
taxa de creixement (micres) / 2,303 (temps)

O també és el mateix:

$\log N_t - \log N_o / T_t - T_o$

Quan dos microorganismes creixen amb igual pendent, i amb iguals condicions ambientals, podem afirmar que són de la mateixa espècie.

En alguns cultius la fase exponencial pot estar partida, i llavors s'anomena creixement BIFÀSIC o DIAUXIA.



Ecoli cultivat en un medi amb 2 sucres.

Fase 1 : medi de glucosa

Fase 2: fase d'adaptació

Fase 3: medi de xilosa

Hi ha creixement bifàsic. Ecoli, primer ha utilitzat la glucosa perquè li és més fàcil per obtenir energia. Llavors com que no li hem donat més sucre, s'esgota. Després hi ha una fase de latència, perquè ja no té enzims de glucosa i agafa la xilosa. Llavors ja quan s'ha adaptat a la xilosa podem passar a la 3^a fase. Es prepara per utilitzar el segon sucre.

3^a FASE:

Comença quan es para el creixement. Aquesta s'ha parat per:

- s'han esgotat els nutrients
- acumulació de substàncies tòxiques que provenen del metabolisme de les bactèries.

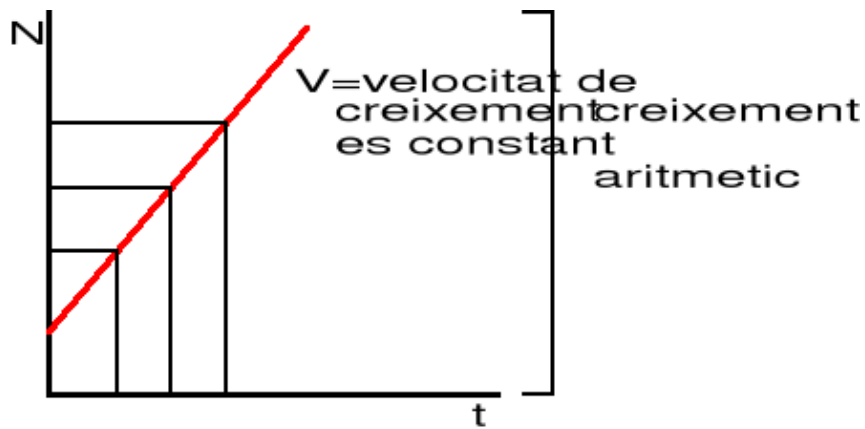
En aquesta fase les bactèries s'esporelen.

4^a FASE:

Hi ha una fase de disminució en la biomassa. Moren més bactèries que no pas neixen, degut al total esgotament de les bactèries. Les cèl·lules es fan grosses, es deformen i apareixen filaments.

CREIXEMENT ARITMÈTIC

El produeixen les bactèries quan en el medi de cultiu hi falta algun requeriment.

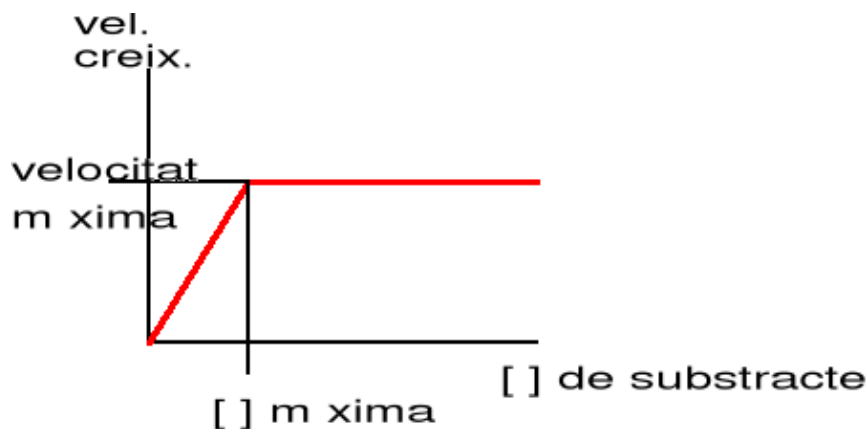


Per exemple: hi ha bactèries (E coli) que són nutrients que requereixen per créixer determinades substàncies. E coli necessita àcid nicotínic. Si en el medi de cultiu hi posem àcid nicotínic aquestes bactèries tenen creixement exponencial (o sigui, més ràpid).

El creixement anterior és molt més baix que l'exponencial.

FACTORS QUE LIMITEN EL CREIXEMENT BACTÈRIA

– La concentració de substrate: la quantitat de nutrients que tenen disponibles les bactèries. En general a l'augmentar la concentració de substrate, sempre augmenta el creixement.

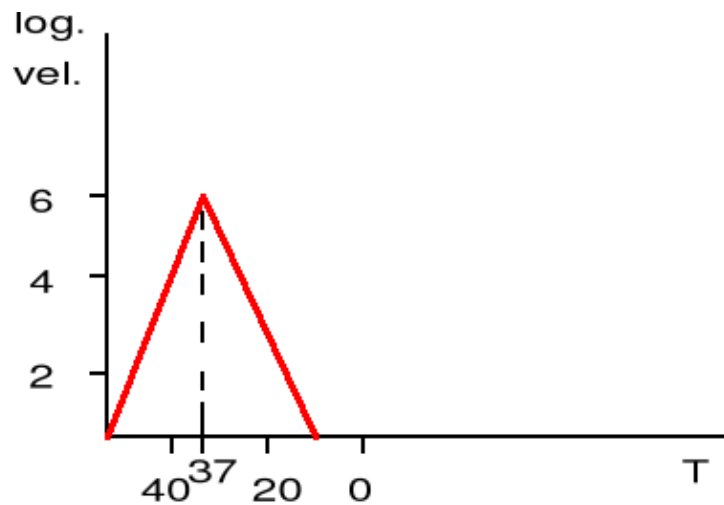


Si hi posem més concentrat de substrate, el creixement serà el mateix.

A partir de la concentració màxima, el creixement serà el mateix.

Hi ha bactèries que necessiten per créixer requeriments especials.

– **T^a**: en general a l'augmentar la temperatura, augmenta la velocitat de creixement (ja que la temperatura, fa créixer la velocitat de les reaccions bioquímiques).



A 37°C serà la temperatura màxima de creixement.

La caiguda després dels 37°C és deguda a la desnaturalització tèrmica de les proteïnes (o sigui que les proteïnes es destrueixen).

La temperatura màxima és aquella per sota de la qual ja no hi ha creixement. Si volem retardar el creixement llavors guardarem els bacteris a una nevera.

Segons el marge de T^a que soporta una bactèria es poden fer tres grups:

TERMÒFILES:

Tenen el màxim de creixement amb temperatures altes i fins i tot poden aguantar els 100°C (fonts termals).
Tenen el màxim de creixement al voltant dels 50°C.

MESÒFILES:

Tenen el màxim de creixement a les temperatures mitges entre els 25 i 45 °C. Són la majoria de les bactèries.
El seu creixement idoni és a 37°C.

PSICRÒFILES:

Creixen bé a temperatures baixes, al voltant dels 0°C com per exemple a la neu.

– O₂ (oxigen):

La majoria de bacteris depenen per créixer que hi hagi oxigen i s'anomenen AERÒBIQUES.

Hi ha un petit grup de bactèries que no necessiten l'oxigen i s'anomenen ANAERÒBIQUES.

Hi ha diferents tipus de bactèries anaeròbiques segons el grau de dependència de l'oxigen:

anaeròbiques estrictes, on l'oxigen els hi és tòxic i es moren.

anaeròbiques facultatives: utilitzen l'oxigen si està disponible en el medi i si no n'hi ha no el fan servir.

anaeròbiques aerotolerants: l'oxigen els hi és tòxic però no es moren, sino que aturen el creixement.

Les bactéries anaeròbiques requereixen uns medis de cultiu especials per a poder créixer.

EXPRESSIÓ MATEMÀTICA DEL CREIXEMENT

El creixement és exponencial.

No és el número de bactéries que tenim.

Nt és el número final de cèl.lules que tenim en un temps T.

$$N_t = N_0 * 2 \text{ elevat a } n$$

Aixo és degut a que el creixement és exponencial.

n = al número de generacions (és un pas d'un individu a altres dues generacions).

$$\log N_t = \log N_0 * 2 \text{ elevat a } n$$

Es més senzill treballar amb logaritmes.

El logaritme d'un producte és igual al logaritme d'una suma.

$$\log N_t = \log N_0 + \log 2 \text{ elevat a } n$$

$$\log N_t = \log N_0 + n * \log 2$$

Si volem saber N generacions, farem:

$$n = \log N_t - \log N_0 / \log 2$$

$$\text{micra} = \text{taxa de creixement} = (\log N_t - \log N_0) * 2,303 / t$$

$$g_m = 0,693 / \text{micra} \quad g_m = \text{temps de generació mitja}$$

$$Y = B_t - B_0 / C_i \quad Y = \text{biomassa final} - \text{biomassa inicial} / [\text{de substrate inicial}]$$

Y = rendiment d'un cultiu.

CULTIU CONTINU DE MICROORGANISMES

Les equacions del creixement que hem vist fins ara són vàlides per concentracions limitades de nutrients.

Quan la concentració és il.limitada el tipus de cultiu és CONTINU. Llavors el que passa és que les bactéries creixen tota l'estona en fase exponencial.

Els cultius continus són importants per la utilització de bactéries a nivell industrial.

Hi ha molts antibiòtics produïts per bactéries o fongs (penicil.lina), i per tant quantes més se'n peodueixin més diners guanyaran les fàbriques. Són substàncies d'interés farmacològic.

Per exemple: mitjançant tècniques d'ingenyeria genètica es fan servir cultius de bactéries per produir substàncies com per exemple la insulina i quantes més bactéries tinguem, més insulina podrem fabricar.

Pel cultiu continu necessitem un aport ilimitat de nutrients i una eliminació dels metabòlismes tòxics.

En tot cultiu continu té que haver-hi una entrada i una sortida, ja que si no hi hagués una sortida aquelles bactèries s'estancarien ja que elles mateixes produeixen substàncies tòxiques.

En els cultius continus es pot vigilar el control de creixement.

TEMA IV METABOLISME BACTERIÀ

És el conjunt de reaccions que es produeixen dins la cèl.lula de la bactèria i que van encaminades a produir matèria i energia.

Les reaccions metabòliques que produeixen matèria: ANABOLISME

Les reaccions metabòliques que alliberen energia: CATABOLISME.

Les dues són complementàries, ja que per l'anabolisme fa falta energia i pel catabolisme fa falta matèria.

L'energia és química, és ATP.

REACCIONS CATABÒLIQUES o CATABOLISME

Són de dos tipus segons la font d'energia.

1) FOTOSÍNTESIS:

La font d'energia és la llum.

Les bactèries s'anomenen bactèries fotosintètiques.

2) REACCIONS QUÍMIQUES

Aquestes bactèries optenen l'energia a partir de les reaccions químiques.

Les bactèries són quimiosintètiques.

REACCIONS ANABÒLIQUES o DE BIOSÍNTESIS

Totes les que van encaminades a produir matèries.

Es classifiquen en dos grups segons la font de matèria. (carboni).

1) FONT INORGÀNICA: aquestes bactèries s'anomenen bactèries AUTÒTROFES. (CO_2).

2) FONT ORGÀNICA: les bactèries s'anomenen HETERÒTROFES. La font és matèria orgànica.

En les bactèries existeix un grup que no són ni autòtrofes ni heteròtrofes i s'anomenen MIXÒTROFES. Aquestes són bactèries que tan utilitzen fonts de carboni tant orgànic com inorgànic, segons la disponibilitat o les necessitats de l'organisme.

Segons la font de carboni i energia, les bactèries es classifiquen en 4 grups:

FONT D'ENERGIA	FONT DE CARBONI	NOM
Química	Orgànica	QUIMIOORGANOTROFA
Química	Inorgànica	QUIMIOLITOTROFA
Llum	Orgànica	FOTOORGANOTROFA
Llum	Inorgànica	FOTOLITOTROFA

Les reaccions anabòliques en les bactèries es poden classificar en subgrups:

1.- reaccions de biosíntesis: glúcids, lípids, proteïnes.

2.- reaccions secundàries:

– les que produeixen substàncies de reserva.

– les que produeixen substàncies anomenades metabòlits secundaris:

Antibiòtics: penicillium.

Toxines: clostridium tetani

Pigments: serratia marcescens BG- o bactèria prodigiosa pq el pigment que produeix es diu prodigiosina.

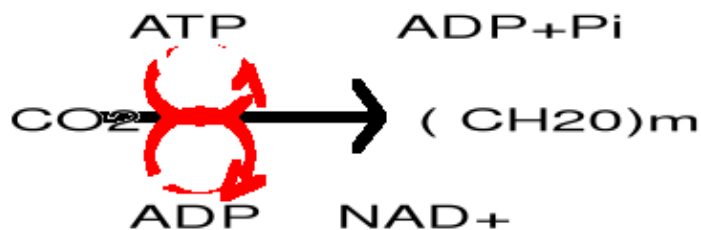
FOTOSÍNTESIS BACTÈRIANA

És un procés similar a la fotosíntesis vegetal.

Consisteix en l'obtenció d'energia a partir de la llum, o sigui és un procés CATABÒLIC.

Les bactèries són els únics organismes no vegetals que poden fer la fotosíntesis.

La reacció general de la fotosíntesis és:



CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE LA FOTOSÍNTESIS

En la fotosíntesis es forma matèria orgànica i ATP.

L'ATP és produït per una fase de la fotosíntesis que s'anomena FOTOFOSFORILACIÓ.

L'ATP produït en la fotofosforilació es consumeix al produir matèria orgànica.

La majoria d'organismes fotosintètics (tots els vegetals) utilitzen el CO₂ com a font de matèria.

La majoria d'organismes fotosintètics utilitzen l'H₂O com a font de poder reductor produint O₂.

CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS DE LA FOTOSÍNTESIS BACTÈRIANA:

Les bactèries en concret (les bactèries verdes i les vermelles) són incapaces d'utilitzar l'H₂O com a font de poder reductor. En lloc d'H₂O utilitzen uns altres compostos reduïts com l'hidrogen o àcid sulfúric (H₂, H₂S).

BACTÈRIES VERMELLES BACTÈRIES VERMELLES BACTÈRIES

NO SULFÚREES SULFÚREES VERDES

H₂S _ + +

So _ + +

H₂ + + +

MO + + _

Amb la qual cosa deduem de la primera característica que la fotosíntesi bacteriana és un procés que es desenvolupa sense O₂, o sigui que és un procés anaeròbic , ja que com que no hi ha aigua no hi ha oxigen.

Les bactèries fotosintètiques en concret les verdes i les vermelles també, utilitzen matèria orgànica com a font de carboni, o sigui no utilitzen CO₂. Això vol dir que la fotosíntesi bacteriana és un procés fotoorganotròfic en la majoria dels casos.

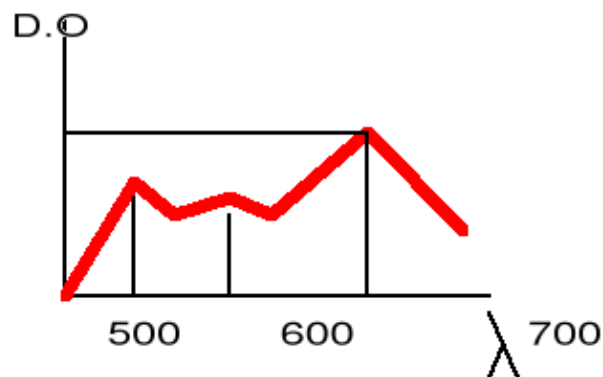
Els pigments fotosintètics que utilitzen les bactèries són diferents als dels vegetals.

En els vegetals els pigments típics són les clorofil·les i els carotens.

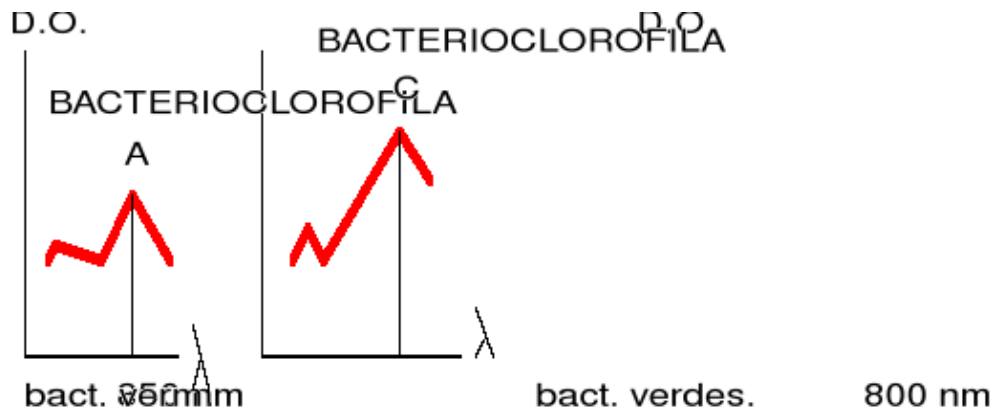
En les bactèries, els pigments fotosintètics són la bacterioclorigil·la que és diferent a la clorigil·la.

Si fem un espectre d'absorció (gràfica on es mesura la longitud d'ona λ i la D.O.).

Si el fem sortir això amb la fotosíntesi vegetal:



Els aspectes d'absorció es fan per saber quins pigments hi ha.



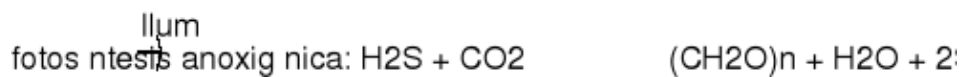
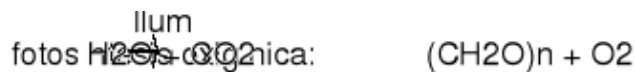
Les cianobactèries tenen igual aspecte d'absorció.

La fotofosforilació de les bactèries és cíclica en canvi la dels vegetals és acíclica.

CLASSIFICACIÓ DE LES BACTÈRIES FOTOSINTÈTIQUES.

- cianobactèries: fan la fotosíntesis vegetal, depenen de l'oxigen i fan la fotosíntesis oxigènica.
- bactèries vermelles: poden ser de sofre o no sulfúrees
- bactèries verdes: poden ser de sofre o no sulfúrees
- púrpures.

Aquestes tres últimes fan una fotosíntesis bacteriana, no depenen de l'oxigen i la seva fotosíntesis és anoxigènica.



APARELL FOTOSINTÈTIC:

És aquella estructura que està a dins la cèl·lula capaç de convertir l'energia lluminosa (E), en energia química (ATP).

L'aparell fotosintètic està format per:

- pigments
- lípids
- proteïnes.

En les cianobactèries i vegetals en general aquest aparell està dins del CLOROPLAST.

En la resta de les bactèries, aquest aparell es troba en els MESOSOMES.

L'aparell fotosintètic consta de tres elements:

A.– antena fotosintètica.

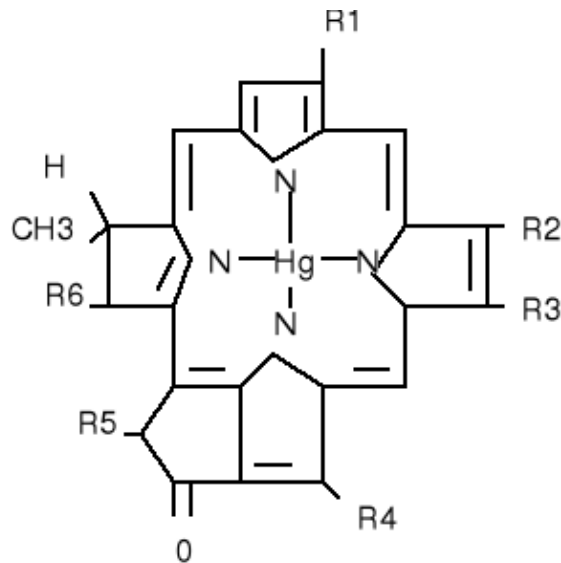
B.– centre de reacció.

C.– cadena de transport d'electrons.

A.– ANTENA FOTOSINTÈTICA:

Hi ha els pigments que capten la llum. Els pigments són típics de cada grup. El pigment principal és la clorofil.la. En concret, en el cas de les bactèries és la bacterioclорofil.la.

L'estructura química de la bacterioclорofil.la és similar a la de l'hemoglobina i s'anomena anell tetrapirròlic però en l'hemoglobina en el centre hi ha el grup de Fe i en la bacterioclорofil.la hi ha Hg.



R varia segons el número de clorofiles de que es tracti.

1	-CO-CH ₃	-CO-CH ₃	-COH-CH ₃	-COH-CH ₃	-COH-CH ₃
2	-CH ₃	-CH ₃	-CH ₃	-CH ₃	-CHO
3	-C ₂ H ₅	-CH-CH ₃	-C ₂ H ₅	-C ₂ H ₅	-C ₂ H ₃
4	-CH ₃	-CH ₃	-C ₂ H ₅	-C ₂ H ₅	-C ₂ H ₅
5	-CO-O-CH ₃	-CO-O-CH ₃	-H	-H	-H
6	FITIL	FITIL	FARNESIL	FARNESIL	FARNESIL
R	A	B	C	D	E

Les bactèries clorofiles que tenen un màxim d'absorció als 400 nm i un altre entre els 600 i 800 nm.

Els pigments carotenoids són els pigments secundaris de l'antena. Tenen una estructura d'hidrocarbur de cadena llarga com a mínim hi ha 40 carbonis.

El màxim d'absorció està entre 450 i 550 nm.

A l'antena fotosintetica s'hi troben FICOBILIPROTEÏNES, i també absorbeixen la llum o sigui que també actuen com a pigments. Són cromoproteïnes. El màxim d'absorció és 550–650 nm.

B.- Centre de reacció: és on s'oxida la clorofil·la i com a conseqüència perd un electró.

És el lloc on l'energia (E), oxida la clorofil·la.

La clorofil·la fa dues funcions:

- capta l'energia lluminosa en l'antena.
- s'oxida i perd un electró en el centre de reacció.

C.- Cadena de transport d'electrons:

L'electró que ha alliberat la clorofil·la és captat per una sèrie d'acceptors d'electrons i com a conseqüència del transport d'electrons es produeix ATP.

Aquest procés s'anomena FOTOFOSFORIL·LACIÓ.

El primer acceptor dels electrons és la FERREDOXINA, i aquesta el va passant d'una substància a una altra i com a conseqüència d'això es produeix ATP.



Hi ha dos tipus de fotofosforilació:

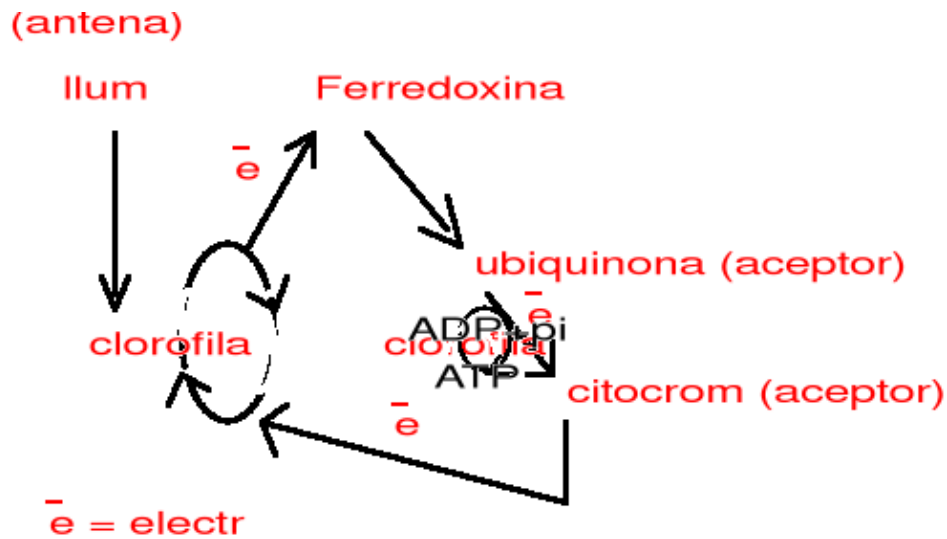
- 1.- fotofosforilació cíclica (només les bactèries funcionen amb aquestes).
- 2.- fotofosforilació acíclica.

Amb els vegetals i cianobactèries funcionen les dues.

- 1.- fotofosforilació cíclica:

Els electrons segueixen un cicle tancat.

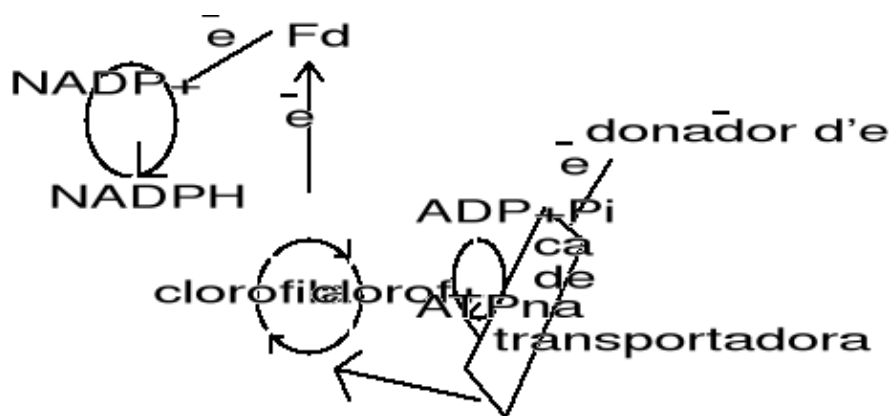
Per acció de la llum la clorofil·la s'oxida (allibera un electró) que és captat per el primer acceptor d'electrons que és la ferredoxina que passa a la UBIQUINOSA i és on es produeix ATP i aquest electró fa que la clorofil·la es redueixi.



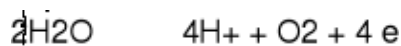
B.- els electrons són utilitzats per reduir el NADP⁺ i passar-lo a NADPH.

Els electrons segueixen un cicle obert. Ha d'haver-hi un donador d'electrons que redueixi a la clorofil·la.

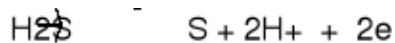
L'electró és captat per la ferredoxina (Fd) i aquest electró és utilitzat per produir poder reductor.



En el cas de les cianobactèries i els vegetals en general el donador d'electrons és l'aigua i es produeix oxigen, per això es diu fotosíntesi oxigènica.



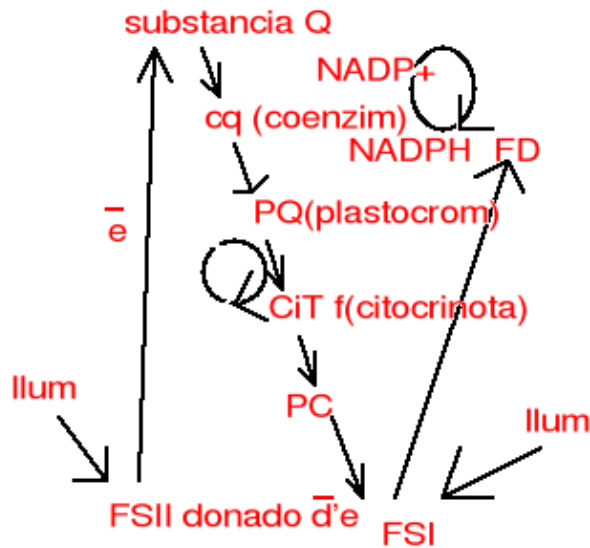
En el cas de les bactèries el donador no és l'aigua i no es produeix oxigen, per tant s'anomena fotosíntesi anoxigènica.



En la fotosíntesi vegetal s'acopla la fotofosforilació cíclica amb la acíclica.

Exemple complet de la fotosíntesi de les cianobactèries:

Fotosíntesis → llum + antena

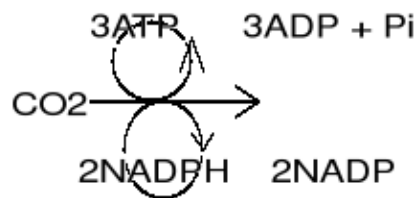


FSI pot realitzar tant la cíclica com la acíclica.

En les bactèries no existeix el FSII per tant tot es limita a un FSI.

Els productes sintetitzats a la fase lluminosa són l'ATP i l' NADH , que són sintetitzats en la fase fosca de la fotosíntesis per produir matèria orgànica.

En la fase fosca, la reacció general és:



La font de carboni sempre ha de ser CO_2

BACTERIS QUIMIOLITOTRÒFICS

Litotrofs = matèria orgànica.

Aquests organismes només estan a les bactèries.

Van ser descoberts el 1890 per Winodsky.

Es defineixen com a organismes que poden créixer en medi estrictament mineral i a la foscor, o sigui que no fan la fotosíntesis.

Aquests organismes quasi bé tots són autòtrofs, això vol dir que la font de carboni és el CO_2 .

La manera d'obtenir ATP i poder reductor és a partir d'una respiració amb substracte inorgànic.

La cadena de transport d'electrons té com a desador d'electrons la matèria inorgànica. Gairebé tots els grups d'aquestes bactèries la matèria orgànica inhibeix el creixement. Aquestes bactèries són bastant freqüents, es poden trobar en el sol, a les aigües i juguen un paper molt important en els cicles de la matèria a la biosfera.

Són difícils de cultivar en el laboratori perquè els medis de cultiu han de ser minerals, i no n'hi ha cap que produeixi malalties en qualsevol ser viu.

El compost inorgànic que utilitzen més freqüentment per produir ATP són: el sulfídric (H_2S), el sofre (S), l'amoniac (NH_3), nitrats (NO_3), H_2 , i Fe^{2+} .

Es classifiquen amb quatre grups: segons el substrat oxidable que utilitzin (o sigui la substància que agafen com a donadors d'electrons).

1.- bactèries nitrificants: utilitzen compostos reduïts de nitrogen, és a dir NH_3 i nitrats.

2.- bactèries oxidadores del sofre: utilitzen com a font d'energia compostos de sofre com el sulfídric, sofre, i diferents òxids de sofre.

En aquest grup hi ha una espècie que també pot utilitzar Fe^{2+} que el transforma en ferric Fe^{3+} .

3.- bactèries del Fe: aquestes utilitzen Ferro i manganès però mai compostos del S.

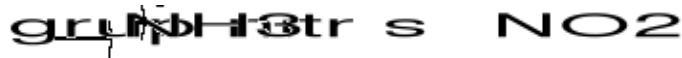
4.- bactèries de l'hidrogen: utilitzen H_2 molecular com a font d'energia ja que el transformen en aigua.

Les bactèries de l' H_2 i del S redueixen directament l' $NADP^+$ en NADPH.

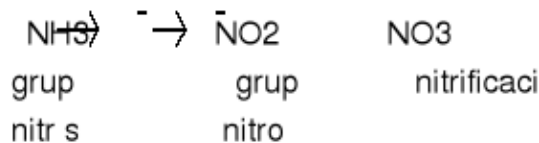
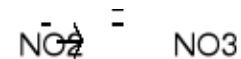
Les del N i del Fe per reduir-lo fan servir un fluxe invers d'electrons o sigui gasten ATP, i part d'ATP que produeixen és utilitzat per reduir l' $NADP^+$, concretament el 60 per cent.

1.- bactèries nitrificants:

bactèries del grup nitrós: el que fan és transformar l' NH_3 en nitrats.



bactèries del grup nitró: transformen els nitrats en nitrats. Aquestes bactèries els seus cicles s'acoplen.



El que produeix el grup nitrós és utilitzat com a substrate del grup nitró i com a resultat és la nitrificació.

Les bactèries del grup nitrós són per exemple els nitròsomonas.

Les bactèries del grup nitró són per exemple el nitrobacter.

Els nitrits (NO_2) són tòxiques i les bactèries del grup nitro eliminen l'excés de substàncies tòxiques o sigui de nitrits.

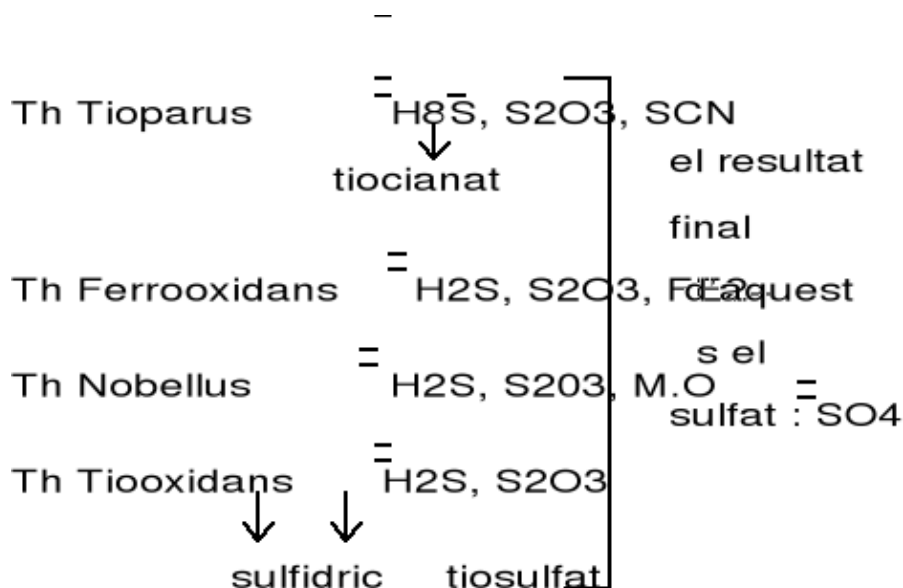
Algunes bactèries del grup nitro poden utilitzar matèria orgànica com a font oxidable a més a més dels nitrits. Aquestes bactèries serien quimiolitotrofes, heterotrofes o mixotrofes.

2.- Bactèries del sofre o tiobactèries:

tio = sofre.

Només hi ha un gènere i es diu *THIOBACILLUS*, que és un bacil oxidador del sofre. És gram negatiu amb flagel·lació polar.

Especies de thiobacillus:



3.- bactèries del Ferro: només hi ha un gènere: FERROBACILLUS.

Aquestes oxiden l'ió Fe^{2+} i el transformen en Fe^{3+} .

Aquestes bactèries àcidifiquen el medi on viuen.

4.- Les bactèries de l'hidrogen o del gas detonant.

Es diuen així perquè la transformen d' H_2 a H_2O i és una reacció explosiva.

Només hi ha un gènere: *HIDROGENOMONAS*

Viuen en pantans.

5.- bactèria del metà: no són exactament quimiolitotrofes o metilotrofes. S'agrupen entre les quimiolitotrofes i les quimioorganotrofes. Utilitzen el metà: CH_4 , com a font d'energia. Viuen en llocs on la concentració de metà és molt alta (en pantans). El metà és la substància orgànica més simple que hi ha i per això estan al mig.

BACTÈRIES QUIMIOORGANOTROFES:

Són el grup de bactèries més important.

Es caracteritzen perquè utilitzen matèria orgànica per obtenir l'energia necessària per viure.

Hi ha moltes bactèries que produeixen malalties o sigui que són paràsites o sigui que obtenen matèria orgànica a partir d'un hoste, o sigui el parasiten.

Tenen dues maneres d'obtenir ATP:

- 1.- respirant: quimioorganotrofes respiradores.
- 2.- fermentant: quimioorganotrofes fermentadores.

Diferències entre respiració i fermentació:

Respiració: procés metabòlic generador d'ATP, en el que els compostos orgànics són els donadors d'electrons i els compostos inorgànics són els últims acceptors d'electrons.

L'últim acceptor d'electrons és l'oxigen i en aquest cas es diu respiració aeròbica.

Si l'últim acceptor d'electrons és una molècula inorgànica diferent de l'oxigen es diu respiració anaeròbica.

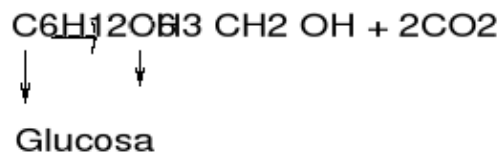
Les bactèries quimiolitotrofes són bactèries respiradores inorgàniques on el donador i l'acceptor d'electrons són inorgànics.

Fermentació: és el procés metabòlic productor d'ATP en els que els compostos orgànics són tan els donadors com els acceptors d'electrons.

		donador d'electrons	acceptor d'electrons
RESPIRACIO	aerobiques	mat. org.	O ₂
	anaerobiques	mat. org.	NO ₃ , SO ₄ , CO ₃
FERMENTACI		mat.org.	mat.org.

EVOLUCIO HISTORICA

Va descobrir la fermentació etílica o alcohòlica l'any 1810 Gay Lussac.



El 1861 es va demostrar que la transformació de la glucosa a etanol es realitzava sense O₂ o sigui un procés anaeròbic.

El causant d'aquest procés es va demostrar que era un organisme viu.

Més endavant es van descobrir altres fermentacions però el producte inicial de totes és la glucosa i varia el producte final que pot ser àcid lactic, succènic, glicerina, etc.

Actualment s'utilitzen les fermentacions per produir substàncies d'interès econòmic fins hi tot vitamines i fàrmacs.

La majoria d'organismes fermentatius són anaeròbics facultatius, o sigui tant poden créixer amb o sense O₂. Quan hi ha O₂ el que fan és respirar i es converteixen en organismes respiradors. Quan no hi ha O₂ són organismes fermentadors i el grup més important és el de les enterobactèries (poden fermentar quan no hi ha O₂). Són bacils G⁻ amb flagelació peritrica (els flagells els tenen distribuïts per tot el cos). La majoria viuen a l'intestí dels invertebrats. N'hi ha alguns de vida lliure com per exemple: *Serratia* (bactèria prodigiosa). O sigui que viuen fora de l'ésser viu. La majoria no són paràsits i viuen a la flora intestinal. N'hi ha alguns que produeixen malalties com per exemple la salmonela que és un paràsit.

L'enterobactèria més coneguda de totes és *E. Coli*, coli ve de que és un coliform (és una bactèria que aguanta [] molt altes de sals biliars, perquè com que viuen a l'estómac les sals biliars dels àcids digestius són molt altes i per a poder sobreviure les han d'aguantar.

E. Coli és un indicador de contaminació fecal de les aigües. Per saber si una aigua està contaminada o no mirarem *E. Coli* hi tenim uns valors per mirar-ho. O sigui que si mirem la salmonela i està augmentada sabem si l'aigua està contaminada o no.

Per passar de respiradors a fermentadors utilitzem l'enzim que catalitza la següent reacció. La transformació d' α -cetoglutarat per mig de l'enzim α -ceto glutarat DH a l'intermediari que entra al cicle de Krebs. α -cetoglutarat DH es desactiva quan ho hi ha O₂ (o sigui la reacció es para) i l'organisme no pot començar el cicle de Krebs i va cap a altres camins per produir energia i llavors busca la fermentació.

CH₂-COOH CH₂-COOH

CH₂ CH₂ CICLE DE KREBS

CO-COOH CO-CoA

CLASSIFICACIÓ DE LES FERMENTACIONS

1.- Segons el número de productes finals que s'obtenen a la fermentació, tenim :

- HOMOFERMENTATIUS : quan apareix un sol producte final orgànic com per exemple l'etanol, l'àcid lactic.
- HETEROFERMENTATIUS : quan apareix més d'un producte final orgànic, com per exemple una fermentació d'àcid mixte, on com a producte final es dona una barreja d'àcids.

2.- Segons el producte final :

- Fermentació alcohòlica quan el producte final és l'etanol.
- Fermentació làctica, quan el producte final és àcid lactic.
- Fermentació propiònica, quan el producte final és l'àcid propiònic.
- Fermentació butírica, quan el producte final és l'àcid butíric.
- Fermentació fòrica, quan el producte final és l'àcid fòrmic.

Etc.....

BIOQUÍMICA DE LA PRODUCCIÓ D'ATP PER PART DELS HETERÒTROFS :

Vies metabòliques que tenen per objectiu transformar els sucres en àcids pyr. Aquest últim és l'intermediari que entra al cicle de krebs. En les bactèries aquests organismes són diferents de les dels organismes superiors. En les bactèries hi ha tres tipus de vies metabòliques que al final arriben a l'àcid pyr.

- via de Embdem Meyerhof (és la més important) vies que fan
- via de les pentoses fosfat servir els organismes
- via de Entner–Doudorof respiradors

- VIA DE EMBDEM MEYERHOF : (esquema I)

Aquesta via té un rendiment de 2ATP i 2NADH reduïts per cada glucosa que passa.

La glucosa primer gasta ATP i forma G-6-P.

ATP ADP+Pi ATP ADP+Pi

glucosa glucosa 6P fructosa 6P fructosa 1-6-dP

2NADH 2NAD⁺

dihidroxiacetona 2gliceraldehid 3P 2Ac + 3 difosfoglicèrid

2ADP+Pi 2ATP 2ADP+Pi 2ATP

2 Ac 3 fosfoglicèrid 2 àcid 2-fosfoglicèrid 2 àcid pyr

- VIA DE LES PENTOSE FOSFAT (esquema II)

No condueix directament a la formació d'Ac. Pyr. El resultat d'aquesta via és la formació de Ribosa 5-fosfat, necessària per la síntesi d'àcids nucleics. Produeix gran part del NADH reduït que requereix la cèl.lula.

Les molècules finals d'aquesta via poden entrar al cicle un altre cop o bé entrar a la via de E.M. (via de Embdem Meyerhof) i amb la qual cosa es forma ATP.

- VIA DE ENTNER–DOUDOROF (esquema III)

Via final :

- Ac. Pyr : entra al cicle de krebs (esquema IV)
- glicer aldehyd : entra a la via de Embder Meyerhof per produir ATP i més àcid pyr.

Un cop les bactèries obtenen àcid pyr. Es diferencien els processos fermentadors dels respiradors.

Les bactèries respiradores entren a l'àcid pyr. dins del cicle de krebs.

Els organismes fermentadors utilitzen diferents vies.

TEMA 5 : GENÈTICA BACTÈRIANA

Genètica : és la ciència que estudia les semblances entre els descendents i els predecessors. Aquestes semblances s'anomenen factors hereditaris.

La genètica neix amb Mendel que fa una sèrie d'experiments amb vegetals, En concret utilitzava els pèsols i observava que al creuar plantes llises amb (vaines), plantes rugoses li sortia la primera generació amb plantes llises F1, i al creuar la F1 entre si la F2 li sortia $\frac{3}{4}$ parts llises i $\frac{1}{4}$ part rugosa i llavors va explicar perquè sortien rugoses.

Mendel va explicar fenotip i genotip.

Fenotip : morfologia externa. Per exemple a la F2 Mendel trobava 2 fenotips : el llis i el rugós.

Genotip : conjunt de caràcterístiques d'un individu donades pels seus cromosomes. Mendel a les llises les va anomenar AA i a les rugoses aa. A la F1 les va anomenar Aa (llises). A la F2 llises AA o Aa, i rugoses aa. Cada caràcter té un genotip. Cada genotip té un parell d'al·lels.

L'evolució biològica s'explica amb errors del codi genètic.

AA * aa

A a

F1 Aa

F1 Aa * Aa = AA, Aa, aA, aa (quatre combinacions possibles)

fenotip llis fenotip rugós

$\frac{3}{4}$ $\frac{1}{4}$

Un fenotip determinat és el resultat d'un fenotip més l'ambient, o sigui, no perquè tinguem genotip Aa serà forçosament llis sinó que en un cert grau també influeix l'ambient.

El genotip no pot canviar mai, el que canvia és l'ambient.

El genotip d'un individu es troba en els cromosomes, que són una característica típica de cada espècie. O sigui l'espècie humana són éssers vius que tenen 46 cromosomes.

El número de cromosomes no vol dir que sigui més o menys evolucionada aquesta espècie, ja que cada espècie té un número determinat de cromosomes.

Una excepció són les bactèries, ja que totes tenen un cromosoma, però ven bé no ho és.

Aquest cromosoma és circular. Al tenir-ne només un, és molt més fàcil fer genètica amb elles. Quan una persona té alteracions en els cromosomes es produeix una alteració en l'organisme. La més coneguda és la síndrome de Dawn. Un senyor amb 46 cromosomes més una senyora amb 46 cromosomes i la senyora produeix en l'òvul 24 cromosomes i l'home 23, sortirà una persona amb 47 cromosomes.

L'evolució biològica s'explica amb errors del codi genètic. Això és el que va explicar Darwin. Nosaltres provenim del mono perquè es van produir unes mutacions, per evolucions, canvis de clima, etc.

Què hi ha en els cromosomes que fa que es produeixi tot això ?

Químicament els cromosomes estan formats per àcids nucleics en concret ADN i ARN. Ho van descobrir l'any 1956 Watson i Crick.

ADN té una doble hèlix.

DESOXIRIBOSA + P : formant una cadena de

sucres-fosfat-sucres-P

BASES NITROGENADES (bases de l'ADN)

- adenina
- guanina
- citosina
- timina

Les bases nitrogenades van aparellades : l'adenina amb la timina, i la guanina amb la citosina.

La seqüència de bases nitrogenades en l'ADN és el codi genètic. Dins del codi genètic hi ha els gens que són els responsables dels caràcters (fenotips). Els que tenen una vana rugosa és perquè el gen que tenen determina que té una vana rugosa.

Tamany dels gens o estructura :

Cada tres parells de bases nitrogenades sintetitzen un AA. El resultat final de l'acció de tots els AA és el triplet, que és la part més petita que porta informació.

A TRIPLET

T

A

A TRIPLET

C

C

La mínima part d'ADN que sintetitza algo és un triplet.

Un gen està format per molts triplets.

Mutació : una base nitrogenada és substituïda per una altra o desapareix del codi genètic. Llavors s'altera la lectura i l'AA serà diferent i les proteïnes també seran diferents i per tant els caràcters també.

Si prenem com exemple, l'anterior cadena d'ADN, hi havia ATA/ACC, com que la T ha desaparegut per algun motiu, i s'agafa una altra base nitrogenada i per tant el triplet és diferent i la seva lectura també. Per tant el nou triplet seria AAA/CCC.

L'estructura de l'ADN és igual per qualsevol tipus d'ésser viu.

Diferències :

- L'ADN d'una bactèria procariota no forma veritables cromosomes. S'anomenen cromosomes bacterians, però fan la mateixa funció.

- El cromosoma bacterià és circular i l'eucariota és lineal.
- El material genètic bacterià no està separat de la resta del citoplasma ja que les bactèries no tenen nucli.
- Les bactèries a més a més del cromosoma tenen unes altres estructures amb una funció molt semblant que són els PLÀSMIDS, o sigui tenen ADN + plàsmids.
- En genètica bacteriana no té sentit parlar de fenotip ja que és molt difícil saber-ho. En lloc de fenotip es parla de l'expressió de la població, que és el fenotip d'un clon.
- Un clon és una població de bactèries provinents d'un cultiu pur i que deriven d'un individu inicial precursor. En lloc de parlar d'un fenotip d'un individu parlarem d'un fenotip de cultiu. Un cultiu pot ser resistent a la penicil·lina i per tant parlarem d'un clon resistent a la penicil·lina.

CROMOSSOMA BACTERIÀ :

És la molècula més gran d'ADN que hi ha dins d'una bactèria.

L'ADN és un dúplex format per dues cadenes.

És circular.

La primera persona que ho va descobrir va ser Cairns. Aquest senyor va fer créixer un cultiu de bactèries marcades radioactivament (E.Coli) i les va marcar amb tritià, que és una base nitrogenada on el triti és un isòtop radioactiu de l'hidrogen. Totes les bactèries en els seu ADN tenien tritià marcada. Cairns, va utilitzar detergents per trencar la membrana cel·lular i el lisat (o sigui les cèl·lules mortes), les va col·locar en un porta que el va muntar amb una pel·lícula fotogràfica. Dos mesos després va revelar la pel·lícula (ja que la radioactivitat impressiona la pel·lícula fotogràfica) i va observar el cromosoma bacterià. La imatge que va observar va ser, que el cromosoma s'anava dividint, o sigui que s'estava replicant.

El tamany bacterià es mesura amb daltons. 10⁶ elevat a 6 daltons, són 1500 parells de bases, o sigui 4000 gens.

El cromosoma d'E.Coli medeix 2,8 per 10⁶ elevat a 9 daltons, això vol dir que té més de 6000 gens.

El mycoplasma té 0,45 per 10⁶ elevat a 9 daltons.

El saharomyces és tres vegades més gran que l'E. Coli.

En l'espècie humana també es fa el mapatge cromossòmic, però és molt lent perquè tenim 23 cromosomes i són molts.

ELS PLÀSMIDS :

Són petites molècules d'ADN amb capacitat autònoma de replicació. Una molècula que es pot autoreplicar es diu replicó. Les bactèries són les úniques que tenen altres molècules amb igual funció que els cromosomes principals però de tamany més petit. O sigui que porten poca informació genètica, per tant tenen menys triplets i sintetitzen menys aa. Moltes vegades la informació dels plàsmids és indispensable per la vida de les bactèries.

Hi ha un grup de plàsmids críptics, o sigui que no es coneix el que codifiquen, o si codifiquen algo.

El primer plàsmid que es va descobrir va ser el 1980 a E.Coli que s'anomena factor F. Té la capacitat de transferir-se a altres bactèries de la mateixa espècie. Les bactèries que tenen el factor F, s'anomenen F⁺, i les que no el tenen són soques i s'anomenen F⁻.

Els plàsmids que s'anomenen factor R donen resistència als antibiòtics. Això es va descobrir més tard.

No totes les bacteries tenen plàsmids. Ni dins de la mateixa espècie hi ha soques de la mateixa espècie. Les soques que tenen plàsmids tenen una certa flexibilitat de creixement, o sigui que s'adaptin a les condicions ambientals més fàcilment. Els plàsmids més petits codifiquen per tres gens, i els més grossos poden codificar 500 gens diferents.

CLASSIFICACIÓ DELS PLÀSMIDS :

A.– plàsmids conjugatius

B.– plàsmids no conjugatius.

A.– Els plàsmids conjugatius es poden integrar al cromosoma principal, i aquest procés s'anomena conjugació.

B.– plàsmids no conjugables, són plàsmids que sempre es desenvolupen de manera independent del cromosoma principal.

EL FACTOR F dels plàsmids més importants.

El més típic és el d'E Coli. El que fa és transferir-se d'una cèl.lula a una altra. És conjugatiu, ja que s'integra al cromosoma principal. Les bacteries que tenen el Factor F poden ser de dos tipus :

- F⁺ : vol dir que tenen el factor F de manera lliure i mai integrat al cromosoma principal, o sigui que són plàsmids no conjugatius.
- HFR : vol dir que tenen alta freqüència de recombinació, i tenen el factor F integrat al cromosoma principal. Les bacteries HFR es poden conjuguar amb bacteries F⁻ i les converteixen en F⁺.
- Plàsmids del Factor R : codifiquen per la resistència als antibiòtics. Van ser descoberts a una enterobactèria anomenada Shigella que provoca una malaltia entèrica que s'anomena disenteria. Les soques de shigella en plàsmids eren resistents a la sulfamida, al cloranfenicol, a l'estreptomicina, i a la tetramicina, o sigui gran part dels antibiòtics normals. En un plàsmid del factor R s'hi han descrit dues regions : una primera molt petita que és la R i l'altra que és la RTF que ocupa el 80%. La regió R , codifica per la resistència als antibiòtics. La regió RTF, que és el factor de la transferència de la resistència, codifica per transferir la resistència a altres soques que no tenen el plàsmid.
- Plàsmids colicinogens o plàsmids col. : codifiquen la síntesis de colícines (molècules) amb activitat tòxica per altres organismes. D'aquets plàsmids el més important és el plàsmid col E1, que és el punt de partida per la construcció artificial d'altres plàsmids (ingenyeria genètica), que tota es centra a bacteries.
- Plàsmids metabòlics : tenen la propietat de que la bactèria pugui canviar de font de matèria o energia o sigui , la Salmonella (enterobacter) pot créixer amb diferents sucres (glucosa, sacarosa) perquè té plàsmid d'aquest tipus. Les soques que no en tenen no poden créixer en sacarosa.

ALTRES FRAGMENTS D'ADN IMPORTANTS :

- Elements d'inserció :
- elements d'inserció
- transosons
- Els elements d'inserció també s'anomenen IS i són petits fragments d'ADN. Poden tenir des de 700 fins a

1500 parells de bases nitrogenades. Són causants de mutacions a les bactèries. Permeten les recombinacions de plàsmids amb el cromosoma principal . Per exemple el Factor F s'integra al cromosoma principal i es converteix amb HFR per una regió IS i si no hi fos no s'hi podria incertar. El factor F i el cromosoma principal tenen tres elements d'inserció comuns : IS, IS2, IS3.

Una característica dels IS és que tenen seqüències invertides i repetides als extrems.

En concret els d'E Coli acaven així :

5' 3'

GATTC GAATC E. COLI

CTAAG CTTAG

3' 5'

5' = cinc prima 3' = tres prima Aquestes dues són seqüències invertides.

- transosons : són petits segments d'ADN, semblants als IS (elements d'inserció). Tenen seqüències invertides i repetides als extrems. Codifica per diferents caràcters per la resistència a alguns antibiòtics. Es pot integrar en el factor F i així pot passar d'una cèl.lula a una altra. Quan està integrat al cromosoma principal el transosó canvia de lloc (característica típica dels transosons). Provoquen mutacions a les cèl.lules que en tenen.
- Replicació del cromosoma principal : la replicació consisteix en la duplicació del material genètic. Es essencial avans de la divisió cel.lular. La divisió cel.lular s'anomena CITOCINESI, i la replicació CARIOCINESI. Avans d'una citocinesi té que haver-hi una cariocinesi. La replicació va ser descoberta per Cairns.

Exemple de replicació d'ADN :

Els plàsmids es repliquen d'una manera semblant al cromosoma principal.

MUTACIONS :

Es un canvi en la seqüència de bases de l'ADN. Aquestes mutacions alteren la pauta de lectura i per tant s'altera la informació genètica. Les mutacions es poden clonar de manera natural, però la probabilitat de que passi de manera natural és molt petita. En les bactèries les mutacions naturals són més freqüents perquè en les bactèries hi ha més descendència. Per seleccionar mutacions s'utilitzen tècniques de cultiu selectiu. Per exemple : volem seleccionar una soca resistent al cloranfenicol. Agafem les colònies que volem i les sembrem en un medi de cultiu que hi puguin créixer, però hi hem afegit cloranfenicol, i llavors pot no créixer res, però també pot sortir una colònia després d'alguns intents a causa d'alguna mutació. Llavors aquesta colònia li diem Cloranfenicol R (resistent). La podem guardar (congelant-la o a la nevera) i quan ens fagi falta la podem utilitzar. Si la tornem a sembrar amb un medi de cloranfenicol tindrem moltes colònies que anomenarem Clon. Si després sembrem amb streptomicina, al cap d'algunes sembres pot haver-hi alguna mutació que fagi que les bactèries siguin resistents a l'estreptomicina, i llavors aquesta serà una soca cloranfenicol R i estreptomicina R.

El fet de que les mutacions siguin freqüents en les bactèries ha fet que la genètica moderna utilitzi com a eina de treball les bactèries.

També hi ha mecanismes que podem induir per fer mutacions :

- radiacions : si sotmetem un medi de cultiu a radiacions ultra violetes o a substàncies químiques, és molt més fàcil que produir mutacions com per exemple la nitrósoquanidina. Les mutacions més típiques que produeixen les radiacions són dímers de Timina : alla on hi ha una timina , canvia el que té al costat per una timina i llavors la pauta de lectura queda alterada formant dímers de timina.

C G

G T

T T

T

G

A

Les bactèries tenen mecanismes de reparació de les mutacions :

- reparació directe : és utilitzat quan hi ha poques alteracions. Normalment serveix pels dímers de tiamina, si n'hi ha pocs. Es activada a partir de la llum i per això també s'anomena : FOTOREPARACIÓ.
- reparació per escisió : es dona quan hi ha fragments de cadena canviats.
- resposta SOS : és un mecanisme que triga una estona a expressar-se. Es utilitzada quan les mutacions són molt importants. Per exemple : les cèl.lules exposades intensament a U.V. El tros d'ADN amb mutacions per tot arreu, el treu i ho arregla de la manera que pot. Aquesta és la última possibilitat que té la bactèria de reparar totes les alteracions.

PARASEXUALITAT A LES BACTÈRIES :

Les bactèries es reproduïxen normalment de manera asexual. A la forma sexual hi ha material genètic. A la forma asexual no hi ha barreja d'ADN. En les bactèries hi ha alguns casos que hi ha sexualitat primitiva. No es diu reproducció sexual perquè l'intercanvi de material genètic no és completa. La interpretació de la parasexualitat és un procés evolutiu, ja que les bactèries són molt primitives s'han quedat estancades i no es reproduïxen sexualment.

- Fenòmens dins la parasexualitat :
- conjugació : transferència de material genètic d'una cèl.lula a una altra per mig de ponts citoplasmàtics que són els fimbria. Això es dona des d'una bactèria F⁺ a una F⁻. No tots els fimbria que hi ha a la cèl.lula són aptes per la conjugació. Només n'hi ha un o dos que poden fer-la que són els Fimbria Sexuals. Si es tracta la cèl.lula amb un detergent SDS els fimbria sexuals es destrueixen i no es produeix la reproducció.

Experiment de Lederberg : treballava amb mutants de la soca k12 d'E Coli. Utilitzava dos tipus de mutants : la soca de tipus I, per créixer necessita uns medis de tipus A⁺ i B⁺, A⁻, B⁻, C⁺, D⁺, ja que ella no en té de A i B. La soca de tipus II perquè creixin tenen que haver-hi els productes C i D, ja que no en tenen. Llavors va agafar la soca de tipus I i la de tipus II i les va barrejar i sembrar en un medi de cultiu sense A,B,C,D. Teòricament en aquest cultiu no hi pot créixer ni de tipus I ni de tipus II. Però es va observar que hi havia

creixement . Les bactèries que creixien en aquest cultiu tenien que ser d'un altre tipus A+,B+,C+,D+, o sigui eren de tipus salvatge, tipus III. El número de bactèries que van créixer van fer descartar la mutació, i la recombinació genètica. La única explicació és que les bactèries del tipus I van transferir part del seu cromosoma a les bactèries del tipus II.

TIPUS I F+ HFR I II

F A- F A- D+ A-

B- A- B- C+ B-

C+ B- C+

D+ C+ D+

D+

TIPUS II

A+

B+

C-

D-

A+ A+

B+ B+

C- C+ C+

D- D+ D+

- transducció : és semblant a la conjugació. No entervé el factor F i enlloc d'aquest, el que produeix el canvi de material genètic són els bacteriòfags que és un virus que infecta una bactèria. No tots els bacteriòfags maten la bactèria. Els que no destrueixen la cèl.lula tenen el cicle lisogenic. En aquest cas en els bacteris lisogenics, l'ADN del bacteriòfag s'integra al cromosoma principal de la bactèria. Perque es doni aquest fenomen, quan s'allibera l'ADN del bacteriòfag ho fa de forma incorrecte i arrossega un tros de cromosoma principal.
- transformació : incorporació de fragments d'ADN d'una cèl.lula morta a una altra viva. Es va descobrir el 1928 per Griffiths que treballava amb pneumococs. En aquesta bactèria hi havia dos tipus de soques.

1ª S : tenien càpsula o sigui que són patògenes.

2ª R : eren acapsulades o sigui que no tenien càpsula per tant no eren patògenes. Aquest señor va barrejar soques R amb soques S però les bactèries de la soca S estaven mortes. Aquest abstracte el va inocular a una rata i va observar que aquesta rata moria per pneumonia. Llavors aïllava els microorganismes causants de la pneumonia i observava que eren del tipus S. O sigui va observar que les cèl.lules R es converteixen en cèl.lules S. Part de la informació genètica de les S passava a la R i llavors les R es tornaven a encapsular i es

transformaven en S. No es tracta de conjugació perquè a la conjugació no hi ha cèl·lules mortes.

TEMA VI : ACCIÓ PATOGENICA

- patogenitat : capacitat que té un paràsit per produir una malaltia.
- patogen oportunista dins de patogenitat : microorganisme que aprofita una debilitat de l'hoste per produir-li una malaltia. Per exemple : totes les infeccions associades a la SIDA com pot ser la infecció deguda a la candida albicans, o el pneumocistis carini, totes dues són patògens oportunistes perquè un malalt de la SIDA el seu mecanisme immunitari no funciona bé.
- virulència : és el grau de patogenitat de cada soca de bacteries d'una espècie. Es una característica típica de soca.

• fases per les que passa un microorganisme fins a produir una malaltia :

- invasió de l'hoste
- multiplicació als teixits de l'hoste
- resistència als mecanismes de defensa de l'hoste
- producció de danys a les cèl·lules de l'hoste

1. Invasió de l'hoste :

Normalment l'hoste té unes barreres que impedeixen que el microorganisme pugui entrar. El més important és la pell. El microorganisme tria els punts més febles per entrar que són les membranes mucoses de l'aparell respiratori, intestinal i genitourinari. Algunes vegades entren a través de ferides o utilitzant vectors (animals, normalment insectes que transmeten la malaltia d'un individu a un altre : paludisme que es transmet a través d'un mosquit). Per poder entrar dins de l'hoste el paràsit ha de passar per tres fases :

- capacitat d'adhesió a les mucoses.
- capacitat de competir amb els microorganismes començals (que viuen a dins les mucoses)
- resistència als mecanismes de defensa a nivell de mucoses
- Capacitat d'adhesió a les mucoses : el microorganisme s'ha de poder enganxar a les membranes mucoses. S'ha vist molt clar amb el gonococ (causant d'una malaltia de transmissió sexual : la gonorrea). Dins d'aquesta espècie només són virulents les soques que tenen fimbries adhesives a les mucoses.
- Capacitat de competir amb els microorganismes començals (que viuen a dins les mucoses) : a les mucoses hi viuen les flors començals : no són esterils. Perquè un microorganisme pugui produir una malaltia ha de competir amb els microorganismes començals i han de guanyar-los. Un microorganisme típic de la flora començal de la vagina dels mamífers és el lactobacillus àcidofil, que baixa el Ph del medi (l'àcidifica) i amb la qual cosa els paràsits els hi és difícil viure en aquestes condicions. Un tractament perllongat amb antibiòtics contribueix a fer desaparèixer la flora començal, amb la qual cosa és més fàcil ser infectat per paràsits oportunistes.
- resistència als mecanismes de defensa a nivell de mucoses : les secrecions de les mucoses porten una concentració molt alta d'anticossos que el que fan és lluitar contra els paràsits.

2. multiplicació als teixits de l'hoste : perquè els microorganismes es puguin multiplicar en els teixits de l'hoste no han de trobar cap factor que limiti el seu creixement. Normalment el factor limitant és el ferro, quan s'esgota el ferro el microorganisme no es pot multiplicar més. Que sigui el ferro el factor limitant explica el gran nombre de paràsits hemàtics, ja que obtenen el ferro de les hematies.

3. resistència als mecanismes de defensa de l'hoste : perquè una bactèria produeixi una malaltia ha de poder resistir els mecanismes de defensa.

Els mecanismes de defensa de l'hoste es poden classificar en dos grups :

a.- mecanismes constitutius : es troben en tots els organismes hi hagi o no hi hagi infecció. Són tres :

- barreres de superfície : la pell. Els microorganismes només poden entrar per les membranes mucoses o ferides.
- la presència d'antimicrobians en els humors líquids corporals (que tenen dissoltes substàncies que ajuden a lluitar contra les infeccions com per exemple la lisina).
- la inflamació : és una resposta davant d'una infecció. Quan una zona s'inflama es rega molt més de sang i com que la sang porta dissolts antimicrobians és més fàcil lluitar contra aquesta infecció. A la sang inflamada augmenta la temperatura i també a aquestes zones es creen ambients anaeròbics.

b.- mecanismes induïbles : es clonen quan es produeix la infecció. També solen ser específics o sigui només es donen en front del microorganisme que infecta. També es coneixen amb el nom de reaccions d'immunitat. Quan un microorganisme infecta a un individu es produeix la resposta immune. Hi ha dos tipus de resposta immune :

- immunitat humoral : lligada a anticossos solubles.
- immunitat cel·lular : intervien cèl·lules a la resposta immune com per exemple macrofags o cèl·lules de la sèrie limfocitària.

4.- produir danys a les cèl·lules de l'hoste : normalment els danys que produeix el microorganisme estan relacionats amb reaccions d'hipersensibilitat. Hi ha moltes bacteries que fabriquen substàncies tòxiques que provoquen malalties : toxines. Les toxines van ser descobertes el 1890. La primera toxina que es va descobrir va ser la toxina tetànica que és produïda pel *Clostridium Tetani*. Més endavant es va aïllar la toxina causant de la diftèria, que és el *Corinebacterium diphtheriae*.

Normalment les toxines afecten a un tipus de teixit en concret. Per exemple la toxina tetànica afecta al SNC suprimint la sinapsis. En canvi la toxina botulínica deguda a *clostridium botulinum*. Aquesta toxina inhibeix l'alliberació d'acetil colina a la fibra nerviosa i no s'estimula el múscul. En la toxina colèrica produïda per *Vibrio Cholerae* la resposta de l'hoste en aquest cas fa més mal que la pròpia toxina. L'hoste en aquest cas fa més mal que la pròpia toxina. L'hoste respon alliberant ions i H₂O des dels teixits infectats fins a l'intestí.

- classificació de les toxines :

Hi ha dos tipus de toxines :

- endotoxines

Les endotoxines són toxines d'interior. Estan lligades a l'interior de la cèl·lula. Són típiques dels gram negatiu. La seva composició química és de lipopolisacàrids i són termoestables (no es destrueixen amb la calor). Totes les endotoxines produeixen el mateix efecte que és la febre.

- exotoxines

Les exotoxines són toxines externes. Es fabriquen a la part externa de la cèl·lula. Són proteïnes. Són termolàbils (es destrueixen amb la calor). Cada espècie fabrica una exotoxina diferent, per tant cada exotoxina produeix un efecte diferent. Hi ha exotoxines que són altament difusibles (s'escapen ràpidament per tot arreu). Per exemple la toxina botulínica amb concentracions molt baixes de 10⁻¹⁰ a 10⁻¹² i 10⁻¹⁰ a 10⁻¹²

elevat a menys 11 molar ja produeixen efectes. També n'hi ha de molt poc difusibles per exemple la toxina produïda pel bacillus anthracis que produeix la malaltia Antrax. Sols afecta les cèl·lules dels costats de la infecció.

Vacunes, serums i antibiòtics (atb).

- Vacunes : és un preparat antigenic que produeix immunitat davant de determinades infeccions. Van ser descobertes el 1796 per Eduard Jenner que va observar que si inoculava linfa de la vacuna de la varola (de la vaca) a un nen sa, aquest no desenvolupava mai la varola humana. Un segle més tard Pasteur obté uns virus atenuats (no virulents) de la rabia i inoculats aquests virus no es desenvolupava la malaltia. En l'actualitat per obtenir virus atenuats s'utilitzen tècniques d'ingenieria genètica. Totes les vacunes produeixen alguna reacció local a la persona a la que se'ls hi ha inoculat. Normalment sol ser febre. Això és degut als antígens que porta la vacuna.
- Classificació de les vacunes :

– segons la seva acció :

a.– vacunes antimicrobianes : immunitzen davant de microorganismes.

Aquestes vacunes poden ser :

– vacunes vives : s'utilitzen germens atenuats i tenen un efecte molt prolongat, perquè l'estímul antigenic sempre hi és.

– vacunes mortes : són de microorganismes morts i tenen una immunitat curta. No hi ha un estímul antigenic permanent, i per això fa falta una revacunació periodica.

b.– vacunes antitoxiques : immunitzen davant de toxines.

– segons la seva composició :

– monovalents : ja que porten un sol microorganisme. Per exemple la vacuna del xarampió.

– polivalents : porten diferents antígens d'una mateixa espècie. Per exemple ; la vacuna de la polio.

– polimicrobianes : porten diferents microorganismes productors d'una mateixa malaltia. Per exemple l'antitífica.

– mixtes : porten diferents microorganismes que produeixen diferents malalties. Per exemple la triple vírica.

- SERUMS : és un preparat biològic que conté anticossos. A diferència de les vacunes l'eficàcia del sèrum és molt immediata però poc duradera. Amb el sèrum inoculem anticossos. Per obtenir els serums es fa amb animals de laboratori amb un antigen. Després s'extreu la sang d'aquest animal , es fa la coagulació i amb el sobrenedant de la sang obtenim el serum. Actualment també s'obté per ingenieria genètica.
- ANTIBIOTICS : substàncies químiques sintetitzades per un microorganisme i que té efecte tòxic davant d'altres microorganismes. El primer antibiòtic descobert va ser la penicil·lina el 1929 per Fleming. Aquest senyor va observar que una placa de cultiu infectada per un fong del gènere penicillium no donava creixement bacterià i va arribar a la conclusió de que aquest tenia una substància química que destruïa a les bacteries i per tant no les deixava créixer. Aquesta substància no es va poder aïllar fins a 10 anys més tard. El 1942 es va començar a fabricar la penicil·lina a escala industrial i a partir d'aquí es van aïllar altres antibiòtics com per exemple l'estreptomicina, la

tetraciclina, el cloranfenicol, la gentamicina. Actualment els antibiòtics s'obtenen per ingenieria genètica i cada antibiòtic té un camp d'acció específic. No hi ha cap antibiòtic que sigui efectiu pels virus, només és efectiva la prevenció amb les vacunes. Un tractament prolongat amb antibiòtics determina l'aparició de soques resistents a antibiòtics.

- Classificació dels antibiòtics :

a.– antibiòtics bactericides : produeixen la mort del microorganisme. El destrueixen. Per exemple la vancomicina i la poliximina.

b.– antibiòtics bacteriostàtics : alteren el microorganisme impedit la seva multiplicació. Per exemple el cloranfenicol, la tetraciclina i la sulfamida.

- Per mesurar el grau d'eficàcia d'un antibiòtic davant d'un microorganisme es fan els antibiògrames. Tenim una capsula de petri, s'utilitza un agar de Muller–Hinton. Es distribueixen els discs dels antibiòtics de forma concèntrica i al voltant de cada disc es forma un aro de susceptibilitat. Això serveix per saber la susceptibilitat de cada antibiòtic. Quan més alt és l'aro de susceptibilitat vol dir que és més eficaç. Aquí no hi haurà creixement. Sempre davant d'una infecció microbiana es tenen que fer antibiògrames.

- Mecanismes d'acció dels antibiòtics :

- classificació dels antibiòtics segons el lloc on actuen :

– els antibiòtics que afecten a la paret bacteriana (a la síntesi de la paret) : a.– els que afecten a la formació de les subunitats de la paret, com per exemple la fosfomicina i la cicloserina.

b.– els que afecten als elements que formen part de la paret, com per exemple la vancomicina i la vacitrina.

c.– els que afecten als ponts de la paret cel.lular, com per exemple els –lactàmids.

– els antibiòtics que actuen a nivell de la membrana, com per exemple la polimixina i la nistatina.

– els antibiòtics que actuen a nivell de la síntesi de proteïnes :

a.– els que inhibeixen la formació de bases nitrogenades dels àcids nucleics, com per exemple la sulfamida.

b.– els que inhibeixen la polimerització de l'ARN, com per exemple la rifampicina.

c.– els que inhibeixen la síntesi d'ADN, com per exemple l'àcid nalidíxic.

d.– afecta a la subunitat 30S dels ribosomes, com per exemple la tetraciclina.

e.– afecten a la formació de la subunitat 50S dels ribosomes, com per exemple el cloranfenicol i l'eritromicina.

PROPIETATS I USOS D'ALGUNS ANTIBIOTICS

classe química	nom genèric	origen biològic	efectiu qt contra	mode d'acció
–lactams	penicilines	penicillium spp	bact G+	
	cefalosporines	cephalosporium spp	bact G+ i G–	inhib la sint de la paret cel bact(peptidoglucamo)
macrolids	eritromicina	streptomyces erybraeus	bact G+	inhib la funcio dels ribosomes 50S

	carbomicina	s.balstidii		
aminoglucosids	estreptomicina	s.griseus	bact G+ i G-	inhib la funció dels ribossomes 30S
	neomicina	s.fradiae		
tetraciclins	tetraciclina a	streptomyces aureofaciens	bact G+ i G- ; riquesies, clamidies	inhib la unió dels aminoacil-t RNA als ribossomes
polipeptids	polimixina G	bacillus polymyxa	bact G-	destrueixen la membrana citoplasmàtica
	bacitrina	b.subtilis	bact G+	inhib la síntesis de la pared cel bact (peptidoglucano)
poliens	anfotericina B	s.nodosus	fongs	inactiven les membranes que contenen esterols
	nistatina	s.nouresii	fongs	
-	cloranfenicol b	s.venezuelae	bact G+ i G- ; riquesies	inhibeixen el pas de la traducció en la funció del ribossoma

* a = es fabrica microbiològicament i per deshidrocloració química de la crorotetraciclina.

* b = ara es fabrica per síntesis química.

PAUTES TERAPEUTIQUES PEL TRACTAMENT D'INFECCIONS COM ANTIBIOTICS D'US HABITUAL.

Streptococcus pneumoniae (pneumococ)	neumonia	penicilina G (procaina)	600000 U/12h	IM	5-10 dies a
	meningitis	penicilina G (acuosa)	20 milions U/dia	IV	7-10 dies
	artritis	penicilina G (acuosa)	20 milions U/dia	IV	7-10 dies
	endocarditis	penicilina G (acuosa)	20 milions U/dia	IV	4-6 setm b
streptococcus grup A	faringitis	penicilina G (procaina)	600 milions U/dia	IM	10 dies c
	erisipela	penicilina G (procaina)	600 milions U/dia	IM	10 dies c
	altres localitzacions	mirar pneumococ			
staphylococcus d coagulasa +	frunculosis, cel.lulitis, abscessos	eritromicina, o cloxacilina, o cefalexina	500mg/6h	PO	7-10 dies
	neumonia	meticilina, o nafcilina, o cloxacilina, o dicloxicilina, o cefalotina	• 1gr/4h • 1gr/4h • 500mg/6h • 250mg/6h • 1gr/4h	I.M/IV I.M/IV PO PO	10-14 dies 10-14 dies 10-14

				IV	dies 10–14 dies 10–14 dies
	artritis	meticilina,o nafcilina,o cefalotina	1gr/4h	IV	10–14 dies
	meningitis o endocarditis	meticilina,o nafcilina,o	2gr/4h	IV	4 setmanes
	enterocolitis	vancomicina	500mg/6h	PO	fins que acabi la diarrea
streptococcus viridans	endocarditis	penicilina G, seguida de penicilina V o penicilina G més estreptomicina	6–12 milioU/d	IV	14 dies
			500mg/4h	PO	14 dies
			6–12 milioU/d	IV	14 dies
			500mg/12h	I.M	14 dies

streptococcus fecalis (enterococcus)	infec.genitourinaries	ampicilina	500 mg/6h	PO	0–14 dies 7–10 dies
			1g/6h	I.M o IV	4 setmanes
	ferides quirurgiques	ampicilina	8–12 gr/dia	IV	4 setmanes
			20 milio U/d	IV	4 setmanes
	endocarditis	ampicilina o penicilina G més gentamicina o estreptomicina	3–5mg/kg/dia	I.M, IV	4 setmanes
			500mg/12h	IV	4 setmanes
streptococcus bovis	endocarditis	penicilina G seguida de penicilina V o penicilina G mes estreptomicina	6–12 milio U/d	IV	14 dies
			500mg/4h	PO	14 dies
			6–12 milio U/d	IV	14 dies
			500mg/12h	I.M	14 dies
neisseria meningitidis	meningitis,	penicilina G	20 milio U/d	IV	7–10 dies

	meningococcemia	cloranfenicol	50–100mg/kg/dia administrats cada 6h	IV	7–10 dies
neisseria gonorrheae	uretritis, artritis, infecció disseminada	penicilina G	4,8 milio U/d	I.M	1 dosis
		(procaina) més probenecid o spectinomycin	1g	PO	1 dosis
			2g/dia	I.M	1 dosis
		penicilina G (acuosa)	6 milio U/dia	IV	7–10 dies
		ampicilina	2g/dia	I.M,IV,PO	7–10 dies
haemophilus influenzae	bronquitis i pneumonia.	ampicilina o cefaclor o cefamandol	500mg/4h	PO,IV,I.M	5–7 dies
			500mg/6h		5–7 dies
			500mg/6h		5–7 dies
	meningitis	ampicilina més cloranfenicol	100–500mg/kg/dia administrats fraccionats cada 6h	I.M,IV	7–10 dies
				IV	7–10 dies
brucella	brucelosis	tetraciclina i estreptomycin	500 mg/6h	PO	14 dies
			500mg/12h	I.M	14 dies
salmonella typhi	febre tifoidea	cloranfenicol o ampicilina ampicilina	1g/6h	IV,PO	14 dies
	abcessos,		1g/6h	PO,I.M,IV	14 dies
	bacteriemies		1g/4h	IV	2–4 setm
shigella	sigelosis	ampicilina	500mg/4–6h	PO,I.M,IV	7dies
klebsiella	infecció genitourinaria	gentamicina, o cefalotina, ocefazolina	3mg/kg/dia repartides en dosis de cada 8h	I.M,IV	10–14 dies
			500mg/6h	I.M,IV	10–14 dies
			500mg/6h	I.M,IV	10–14 dies
francisella tularensis	tularemia	estreptomycin	1g/12h	I.M	10–14 dies
enterobacter	infeccions genitourinar.	cefamandol o	500mg/6h	IV,I.M	7 dies
	bacteriemia	gentamicina	3mg/kg/dia repartits en dosis	I.M,IV	7 dies
		gentamicina y/o	de cada 8h	IV.I.M	7 dies
		carbenicilina	3–5 mg/kg/dia repartits en dosis c/8h	IV	7 dies

			4g/4h		
escherichia coli	infeccio genitourinar	sulfisoxazolh	1g/6h		
			500mg/6h	PO	7–10 dies
			500/6h	PO	7–10 dies
			1tableta/12h	PO	7–10 dies
	bacteriemia, artritis, peritonitis	ampicilina o gentamicina	6–12g/dia	PO	7–10 dies
			3–5mg/kg/dia en 3 dosis/8h	IV	7–10 dies
			cefalotina	I.M,IV	7–10 dies
	meningitis	ampicilina o cloranfenicol	1–2g/4h	IV	7–10 dies
			8–12g/dia	IV	7–10 dies
			50–100mg/kg/dia en 4 dosis/6h	IV	7–10 dies

proteus mirabilis	infeccio genitourinar	carbenicilina o gentamicina	2g/6h	IV	10–14 dies
			3–5mg/kg/dia en 3 dosis/8h	I.M,IV	10–14 dies
	bacteriemia	carbenicilina o gentamicina o cefoxitina	4g/4h	IV	7–10 dies
			5mg/kg/dia en 3 dosis/8h	I.M,IV	7–10 dies
pseudomones	bacteriemia, artritis	gentamicina o tobracina	5mg/kg/dia en 3 dosis/8h	IV	7 dies
			5–6g/4h	I.M,IV	7 dies
			5mg/kg/dia en 3 dosis/8h	IV	7–14 dies
	meningitis, abces cerebral	carbenicilina	5mg/kg/dia en 3 dosis/8h	IV,I.M	7 dies
			5–6g/4h	intratecalmente	7 dies
	infecció genitourinar	gentamicina o tobramicina més carbenicilina i gentamicina o tobramicina	4mg/12–18h	intratecalmente	10–14 dies
			3mg/kg/dia en 3 dosis/8h	I.M,IV	10–14 dies
			2g/6h	I.M,IV	10–14 dies
bacteroides fragilis	abcessos, bacteriemia	cloranfenicol o clindamicina	0,5 g/4h	IV,PO	10–14 dies
				PO	

			0,6g/6-8h i després 0,3g/6h		el temps necessari
mycoplasma pneumoniae	neumonia	eritromicina otetraciclina	250-500mg/6h	PO	7 dies
			500mg/6h	PO	7 dies
legionella pneumophila	neumonia	eritromicina	1g/6h	IV,PO	el temps necessari

(a)= els ultims 3-4 dies de tractament pot administrarse en molts casos penicilina V oralment, 2g/dia

(b)= les dues últimes setmanes pot administrar-se penicilina V oralment 4-6g/dia

(c)= la penicilina V(1-2g/dia durant 10dies), o una administració unica de 1,2 milions d'unitats de penicilina benzatina, son alternatives acceptables.

(d)=dosis adequades , mirar pneumococcus i streptococcus, de penicilina G (parenteral) o penicilina V (oral) si el microorganisme és sensible a la penicilina G.

(e)= amb pacients al·lèrgics a la penicilina

(f)= després de coneixe les proves de sensibilitat pot retirarse uns dels antibiotics.

(g)= començar amb l'administració parenteral, pero canviar a la oral tan aviat com sigui possible.

(h)=només en infeccions no complicades.

TEMA 7 ECOLOGIA MICROBIANA

La microbiologia ambiental és la part de la microbiologia que estudia l'ecologia de les bacteries. L'ecologia es pot definir com la ciència que estdia els organismes vius relacionat entre si i amb el medi on viuen. En principi els ésser vius viuen a la biosfera i forment aquesta capa. Cada grup d'aquests éssers vius hi fan una funció determinada. Els microorganismes el que fan a la biosfera és en termes generals tancar les cadenes alimentaries o cadenes trofiques. En una cadena alimentaria hi ha una font d'energia externa que és el sol i aquesta energia és captada pels productors primaris (vegetals). Aquests agafen l'energia de la llum perquè fan la fotosíntesis i necessiten la matèria per créixer. Aquesta energia que tenen acumulada la poden passar als productors secundaris (hervívors). La matèria i energia d'aquests, passa als productors terciaris que són els carnívors. El que mou tota aquesta cadena és l'energia del sol, però la matèria es pot esgotar i llavors hem de tornar a aconseguir matèria, i és quan apareixen els reductors, (bacteris i fongs), que formen la matèria de la mineralització dels éssers vius. L'ésser viu està format de matèria orgànica, quan més creix, més matèria orgànica té, i quan es mor es converteix en matèria inorgànica. El pas de matèria orgànica a inorgànica s'anomena REDUCCIÓ, i els responsables d'aquest pas són els MINERALITZADORS, que són microorganismes.

Si no hi haguessin bacteris a la biosfera, s'anirien acumulant cadavers d'éssers morts, s'esgotaria la matèria mineral, i la vida a la terra desapareixeria.

El cicle de la matèria és tancat ja que sempre s'ha de tornar a reciclar. Per això és important l'existència de microorganismes. No tota la matèria orgànica morta es mineralitza amb la mateixa velocitat. La matèria orgànica vegetal és la que triga més temps en mineralitzar-se i és degut a que les cel·lules vegetals tenen cel·lulosa. El resultat de la mineralització de la matèria orgànica vegetal és l'HUMUS, que forma part del sol. A la capa superior de l'humus, hi ha ple de microorganismes (bacteris i fongs). Es diu humus perquè les substàncies químiques que hi predominen són els àcids humínics.

El paper dels microorganismes a la biosfera :

Les biotecnologies en l'actualitat han utilitzat els microorganismes per reproduir de manera controlada els paper que fan a la biosfera. Per exemple , el reciclatge de residus sòlids urbans (RSU).

CIUTAT RSU PLANTA DE VIDRE R

TRACTAMENT PLASTIC E

METALL C

I

C

L

MATERIA A

ORGANICA T

MORTA G

(microorganismes) E

MATERIA MATERIA INORGANICA

ORGANICA (compost)

VIVA

(aliments)

Els microorganismes tenen un paper important en el reciclatge de la materia organica. En el cas del líquid d'aigües domèstiques urbanes el reciclatge és el mateix pero s'anomena **DEPURACIÓ**.

- Paper dels microorganismes en el cicle dels aliments químics (cicle de la materia).
- cicle del nitrogen : el 76% del gas que respirem és nitrogen (N_2). Els éssers vius necessiten N_2 per la formació de les proteïnes. El N_2 de l'atmosfera no és assimilable pels éssers vius. Només un petit grup de materia organica (M.O), l'utilitzen. S'anomenen **BACTERIES FIXADORES DEL N_2** . Per exemple el genera rhizobium, azotobacter, i algunes cianobacteries. La gran majoria dels éssers vius utilitzen el N_2 que prové de la desnitrificació de la MO. Els éssers vius produeixen uns productes d'excreció rics en N_2 (urea, ll), aquests es poden convertir en amoni i aquest es pot transformar en nitrats i aquest es pot transformar en nitrats. Aquest procés s'anomena **DESNITRIFICACIÓ**, que és el pas de nitrats a nitrats. Per exemple : l'esser viu produeix urea, aquesta es transforma en amoni (NH_4^+), aquest en nitrats (NO_2^-) i aquest en nitrats (NO_3^-). Aquest pas també es produeix per una M.O i les bacteries són per exemple del grup nitro. El producte final són els nitrats, utilitzats per les plantes que són menjades pels herbívors i aquests tornen a produir productes d'excreció. Es a dir, aquestes bacteries tanquen el cicle, si no no existiria.
- Cicle del carboni : la fotosíntesis i la respiració són els dos processos elementals que intervenen en el cicle del carboni .

fotosíntesis

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{M.O.}} \text{O}_2$

respiració

- el tant per cent de fotosíntesis respecte respiració és de 95%, 5%, malgrat el desequilibri, el CO_2 (vegetals) , mai s'esgotara. Hi ha bacteris que produeixen CO_2 (vegetals) i d'altres que en consumeixen.
- Cicle del sofre : el sofre és essencial pel desenvolupament dels éssers vius. Tot el sofre que entra a l'organisme ho fa en forma de sulfats (SO_4^{2-}). Hi ha dos tipus de M.O que redueix el S, que són reductors . Dos tipus de reduccions : 1.- reduccions assimilades : transformen el sulfat (SO_4^{2-}) a sofre orgànic. 2.- reduccions desassimilades : converteixen el sofre orgànic a S^{0} . Intervenien altres bacteries com desulfotomaculum i desulfotomaculum. Les altres bacteries són les que oxiden el sofre. El sulfídric (SH_2), el sofre metàl·lic (S^0), el disulfat (S_2) el converteixen a sulfat (SO_4^{2-}). Totes pertanyen al gènere thiobacillus.
- SIMBIOSIS : és una relació oposada al parassitisme. Consisteix en una associació de dos o més éssers vius encaminada a obtenir un benefici per part dels dos éssers vius. Per exemple el cranc hermita i els cargols de mar. El cranc es posa a sota el cargol i així es protegeix i el cargol que va molt lent amb el cranc va més ràpid. A la microbiologia també són molt freqüents aquestes relacions. En les bacteries es diferencien entre : ectosimbiosis (ecto= simbiosis externa) : on el microorganisme es troba externament a les cel·lules de l'hoste, i endosimbiosis (simbiosis interna) : on el microorganisme es troba dins de les cel·lules de l'hoste.
- simbiosis facultatius : poden viure separats de l'hoste, com per exemple el rhizobium que és una bacteria simbiota d'unes plantes que són les lleguminoses. Tant pot viure amb o sense lleguminoses. És una ectosimbiosis.
- simbiosis obligats : metanobacillus ameliensis. Aquest microorganisme fa el pas d'etanol a metà. És una associació de dos microorganismes diferents però actuen junts, no ho poden fer per separat.
- Aigua i contaminació :
- contaminació : quan un element que pot estar present a l'aigua o no es troba en unes proporcions desmesurades.
- tipus de contaminació :
- física : per exemple contaminació per mig de la calor.
- química : quan el contaminant són elements o substàncies químiques. Els residus químics industrials. Les aigües estan contaminades per productes químics com hidrocarburs (petroli), insecticides, metalls pesats (Hg, Pb), detergents, contaminació radioactiva.
- biològica : microorganismes en les aigües. Poden ser bacteris o protozoos. Sempre va lligada a la contaminació química deguda a la M.O. Per exemple les aigües residuals d'un escorxador, d'una ciutat.
- aigües :
- tipus d'aigües :
- oligotrofiques : la concentració de matèria orgànica i d'elements químics essencials pels microorganismes és molt baixa (aigua de poca contaminació, per exemple els neixements dels rius d'alta muntanya). Quan hi ha concentracions de 10 elevat a 3, o 10 elevat a 4 indiv/ml.
- eutrofiques : quan té matèria orgànica i elements químics essencials pels microorganismes molt altes. Concentracions de 10 elevat a 7, o 10 elevat a 8 indiv/ml. Els abocaments de M.O més elements químics essencials dels microorganismes a una aigua, el que fan és eutrofitzar l'aigua. Les aigües contaminades biològicament són portadores d'una flora bacteriana típica. Hi trobarem sobretot bacteries coliforms (bacteries d'origen fecal) com per exemple E.Coli, enterobacter, citrobacter, etc. Bacteries que normalment es poden trobar a l'intestí humà i per tant són enterobacteries. A més a més també hi podem trobar clostridis, sulfitoreductors i pseudomones. Un COLIFORM : és un BGN (bacil gram negatiu), aeròbic o anaeròbic facultatiu. No formador d'espores i que fermenta la lactosa.

- coliforms fecals : el seu origen és fecal. Produeix malalties i per tant s'han de controlar si n'hi ha a les aigües. És la forma d'infecció més important que existeix en el món (la contaminació fecal). Per exemple l'epidèmia de colera del Perú es degué a les aigües. Només el control sanitari de les aigües pot fer erradicar aquesta malaltia. Quan una aigua està fortament contaminada per aquest microorganisme la flora bacteriana és capaç d'oxidar la M.O i crear condicions cada vegada més anaeròbiques. Això tècnicament és que hi ha un augment de DBO (demanda bioquímica d'O₂). Llavors són substituïts els mecanismes aeròbics pels anaeròbics. Si hi ha un augment de la DBO, baixa l'O₂ en l'aigua.
- L'anàlisi de les aigües residuals urbanes s'ha fet gràcies al desenvolupament dels mètodes bacteriològics per detectar la contaminació fecal. Les proves més importants són les proves de IMViC (prova de l'Indol, Roig de Metile, Vogues Proskauer, Citrat). Conjunt de proves que depen dels resultats que dona nosaltres podem identificar les bacteries d'aquests tipus. Moltes vegades l'existència de contaminació fecal es fa per mètodes indirectes. Per exemple per detectar la presència de Salmonella n'hi ha prou a partir d'una certa concentració d'E.Coli i llavors es dedueix si hi ha salmonella o no.
- tractament d'aigües residuals :

Esquema del cicle que segueix l'aigua , i així podem veure la importància que té l'aigua.

HOME ALIMENTACIÓ

ESBARJO

AGRICULTURA.....

residus agraris

més industrials

AIGÜES AIGÜES MAR

RESIDUALS SUPERFICIALS

Hi ha tres tipus de depuració d'aigües :

- autodepuració : té lloc quan el volum d'aigua residual és molt petit amb comparació al cabal del riu. Per exemple : en el poble hi ha una entrada d'aigua i la sortida en forma d'aigua residual que contamina un vol de riu que llavors el propi riu té prou força per depurar aquesta aigua contaminada : autodepuració. Sempre ens referim a matèria orgànica. Aquest excés de matèria orgànica és eliminat pel propi riu, ja que el riu té prou aigua per anar eliminant aquest excés de matèria orgànica que l'absorbeix aquesta aigua del riu.

POBLE

RIU CONTAMINAT

AUTODEPURACIÓ

RIU NO CONTAMINAT

POBLE

En el cas de ciutats que augmenta la contaminació i agafa tota l'aigua d'un mateix riu, aquest es converteix en una claveguera, ja que no té capacitat per autodepurar-se. Per solucionar aquests casos s'ha d'anar a fer algun altre tipus de depuració :

- depuració anaeròbica : es deu a microorganismes que viuen sense oxigen. Aquesta depuració és molt lenta i sols és capaç de depurar volums petits d'aigua, i llavors és molt difícil d'aplicar a volums d'aigua molt grans. L'aigua contaminada va a uns pous (entrada i sortida), llavors l'aigua es va carregant de matèria orgànica i per tant augmenta la DBO (demanda bioquímica d'oxigen), i s'esgota l'oxigen de l'aigua i els microorganismes aeròbics es moren i són substituïts pels microorganismes anaeròbics fermentadors. Aquests el que fan és transformar la matèria orgànica en inorgànica. Aquest pas és molt lent i la matèria inorgànica es va acumulant al fons.

Aigua residual

M.O.

M.I.

L'augment de la concentració de matèria orgànica , és igual a l'augment de la DBO, llavors s'esgota l'oxigen de l'aigua, i es passa de matèria orgànica a inorgànica.

- depuració aeròbica : per volums grans d'aigua. Hi ha tres parts en aquest procés : a.- tractament primari : es treu de l'aigua tot allò que sura i precipita per gravetat com per exemple l'escuma, olis, ampolles, sorres, fangs..... Es fa en unes cubetes per precipitació. b.- tractament secundari : aquí s'hi fan tres coses, primer un tractament físic-químic on s'acceleren els processos de precipitació de fangs dins de l'aigua. S'utilitzen substàncies químiques que fan precipitar l'aigua. Després es fa un tractament biològic. Aquí es formen agregats anomenats flocs que absorbeixen bacteris i virus. Després es fa un tractament per fangs activats, on s'oxigena l'aigua perquè desenvolupin microorganismes aeròbics amb una activitat metabòlica molt més forta que els anaeròbics. El procés final d'aquest tractament és l'aigua més o menys neta i els fangs precipitats carregats amb microorganismes i amb matèria inorgànica. Aquests fangs activats que s'utilitzen per adobs , fertilitzants, i fins i tot per produir energia.
- c.- tractament terciari : procés de cloració de l'aigua. Es posa cloro per matar microorganismes i llavors es pot tornar a veure.

TEMA 10 INTRODUCCIO A LA SISTEMATICA BACTERIANA

La sistematika és la part de la ciència que s'encarrega d'ordenar els individus.

Consta de dues parts :

taxonomia : agrupa les bactèries en grups amb característiques més o menys iguals. Aquests grups des del més superior al més inferior són el regne, la classe, l'ordre, la família, el gènere i l'espècie. Dins els grups es poden fer subgrups. Per exemple, subclasse, subordre, subfamília, superclasse, super ordre, super família.

nomenclatura : dóna nom als individus d'una espècie. Per conveni tothom utilitza la nomenclatura binominal que dóna els noms en llatí i són noms compostos sempre subratllats. Per exemple : streptococcus mutans, que és una espècie. Streptococcus és el nom del gènere. Streptococcus mutans és el nom de l'espècie. Clostridium tetani i clostridium butulinum, són del mateix gènere però diferent espècie.

La unitat de la sistematika és la espècie i per a poder fer sistematika l'hem de saber fer.

Espècie : és el conjunt d'individus amb una sèrie de característiques comuns entre sí i que al creuar-los donen descendència fèrtil. Aquesta definició no serveix a nivell procariota (de les bactèries) degut a que :

les bactèries es reproduïxen asexualment.

les característiques morfològiques són molt difícils d'observar a nivell de bacteris.

en els procariotes apareixen individus nous (mutacions) amb relativa freqüència.

Tot això ha fet que per fer sistemàtica bacteriana es tinguin que utilitzar altres dades :

1.- base fenotípica : el fenotip és el conjunt de característiques fisiològiques de la bactèria. Per exemple si creix amb un sucre, si és fermentador, etc.

2.- hibridacions de l'àcid nucleic (A.N.) : les hibridacions és quan hi ha dues cadenes d'ADN homòlogues. Per tant quan més hibridacions d'ADN es puguin aconseguir de dues bactèries més properes seran, i al contrari també.

El concepte d'espècie no s'utilitza gaire en microbiologia. Parlem de :

soca : que és el conjunt de cultius purs procedents d'un mateix aïllament.

tipus cultural : conjunt de característiques de la soca.

biotip : característiques corresponents a totes les soques que tenen el mateix tipus cultural.

Quan parlem d'espècie parlem de biotip.

ESCOLES DE SISTEMÀTICA EN MICROBIOLOGIA :

L'obra fonamental de sistemàtica bacteriana és el manual de Bergey per la determinació bacteriana. De totes la que més ha canviat és la del 1974, la vuitena edició que els microbiòlegs restructuren totalment la sistemàtica bacteriana. Abans es basaven amb dades naturals per classificar les bactèries (característiques morfològiques), o sigui igual que els animals o plantes. I a partir del 74 s'utilitzen dades genètiques (hibridacions d'àcid nucleic).

Tots els microbiòlegs accepten aquesta nova edició del 74. Es considera que les bactèries formen un regne que és el dels procariotes, que el classifiquen en dos grups :

cianobacteris

bacteris (19 parts).

- part I : bactèries fototròfiques.
- part II : bactèries lliscants.
- part III : bactèries amb vaines.
- part IV : bactèries prostacades.
- part V : espiroquetes.
- part VI : bactèries espirals i corvades.
- part VII : bactèries i cocs G- aeròbiques.
- part VIII : bactèries G- anaeròbics facultatius.
- part IX : bactèries G- anaeròbiques.

- part X : cocs i cocs bacils G⁻ aeròbics.
- part XI : cocs G⁻ anaeròbics.
- part XII : bacteries G⁻ quimiolitotrofes.
- part XIII : bacteries productores de metà.
- part XIV : cocs G⁺
- part XV : bacils i cocs esporògens.
- part XVI : BG⁺ esporògens (no formen espores).
- part XVII : actinomicets i organismes relacionats.
- part XVIII : riquèscies.
- part XIX : micoplasmes.

TEMA 9 ELS VIRUS

Virus : paràssit intracel·lular potencialment infecciós. Descoberts els 1892 per Ivanowsky que treballava amb una malaltia de les plantes del tabac que s'anomena mosaic. Va intentar aïllar l'agent causant de la malaltia, no ho va poder fer. Posava filtres que podien retenir bacteries, protozoos, etc, però no va retenir els virus que eren molt més petits. Llavors els va anomenar virus que era el paràssit més petit conegut tant avans com en l'actualitat. El tamany dels virus és entre 20–30 nm. $1 \text{ nm} = 1 \text{ m} = 0,001$.

El virus pot alterar dos estats :

- 1.– estat extracel·lular o virió.
- 2.– estat intracel·lular.

En l'estadi extracel·lular s'observen estructures formades per àcid nucleic rodejat per proteïnes.

En la fase intracel·lular moltes vegades el virus desapareix o tan sols es veu l'àcid nucleic i llavors és quan es produeix la infecció.

Els virions són fàcils d'observar amb microscopi electrònic , però quasi bé mai es pot veure amb un microscopi òptic.

CARACTERÍSTIQUES PRINCIPALS DELS VIRUS :

Són paràssits absoluts, o bé parassiten o es moren. Ja que la seva estructura no pot fabricar ATP i l'obtenen de l'hoste que parassiten : parassitisme energètic.

Els virus no fabriquen ARN de transferència ARNT ni els enzims necessaris per la replicació de l'àcid nucleic per això fan servir els enzims de l'hoste : són paràssits metabòlics.

Com a àcids nucleics poden tenir tant ADN com ARN però només un dels dos.

Són molt sensibles a agents físics i químics. Per exemple es poden destruir fàcilment per la calor, la llum, llum UV, rajos X, etc.

Els virus no són sensibles als ATB coneguts fins el moment.

Els virus no creixen, un cop ja s'han format ja tenen el tamany que tindran tota la vida. Actualment s'està especulant si els virus es poden considerar éssers vius o només una mol·lècula. L'únic fet pel qual se'ls agrupa per éssers vius és que els virus evolucionen conjuntament amb l'hoste.

MORFOLOGIA I ESTRUCTURA DELS VIRIONS

L'estructura de tots és semblant. Estan compostats d'un filament d'àcid nucleic a l'interior d'una envoltura constituïda per proteïnes. Aquesta envoltura s'anomena CÀPSIDE, que està formada per subunitats que encaixen entre elles i s'anomenen CAPSÒNERS. La càpside (part externa) pot tenir diferents formes.

càpside icosaèdrica :

càpside helicoidal : té forma de bastó en espiral. De tots els virus les càpsides més complertes són les dels bacteriòfags : virus que parasiten a les bactèries.

Hi ha virus que exteriorment a la càpsula presenten una envolta carregada d'espícules.

ÀCIDS NUCLEICS VÍRICS :

Tots els virus tenen un tipus d'àcid nucleic ADN o ARN que pot ser bicatenari o monocatenari.

L'àcid nucleic d'un virus pot tenir des d'un miler de nucleòtids fins a 250 mil.

De tots els àcids nucleics el més freqüent és que tinguin ARN monocatenari però poden haver-hi més combinacions.

Per exemple :

Virus amb ADN bicatenari : herpes virus.

Virus amb ADN monocatenari : fag x 174

Virus amb ARN bicatenari : reovirus.

Virus amb ARN monocatenari : virus de la grip.

REPRODUCCIÓ DELS VIRUS :

Els virus són incapaços de reproduir-se ells mateixos, i s'ajuden amb les cèl.lules de l'hoste. En el seu cicle biològic es distingeixen dues menes de comportament :

1.- cicle lític : el virió infecta una cèl.lula , es multiplica utilitzant el mecanisme de replicació de l'hoste i dóna com a resultat la mort de la cèl.lula. En aquest cicle es diferencien diferents fases :

- adsorció : el virus s'adhereix a les parets de les cèl.lules de l'hoste.
- penetració : el virus entra dins el citoplasma. Normalment només entra l'àcid nucleic. Hi ha diferents mètodes per entrar a dins :
 - injectant l'àcid nucleic com els bacteriòfags.
 - fusionant-se amb la pared cel.lular . Això ho fan els virus animals.
 - fagocitosi : també ho fan els animals.
- els virus vegetals que entren a través de vectors animals o a través de ferides.
- uncoating : l'àcid nucleic del virus queda lliure de les proteïnes que el rodegen en el citoplasma. Aquesta fase no existeix en els bacteriòfags ja que l'àcid nucleic ja entra sol.
- síntesi de macromol·lècules víriques : l'àcid nucleic codifica per una sèrie d'enzims que sintetitzen proteïnes víriques. Aquestes macromol·lècules víriques el que fan és inhibir la síntesis de

macromol·lècules de la cèl·lula hoste. El virus para l'activitat metabòlica de la cèl·lula.

- replicació de l'ADN víric : l'ADN que està dins el virus utilitzant el sistema de transcripció i la cèl·lula hoste es replica i com a resultat tenim moltes mol·lècules d'ADN víric.
- ensamblament : cada un dels ADN vírics formen un nou virió. Tenim la cèl·lula amb molts ADN vírics i cada un d'ells es rodeja de proteïna formant un virió.
- alliberació : la cèl·lula hoste mora i el virió és alliberat a l'exterior i ja estan preparats per infectar una nova cèl·lula.

Es diu cicle lític perquè dona com a resultat la mort cel·lular.

Si no hi ha cèl·lules per infectar el virió es mora.

CICLE LISOGÈNIC :

No s'arriba a la mort cel·lular perquè la infecció vírica pot modificar les funcions vitals de la cèl·lula.

A la llarga després d'un cicle lisogènic acaba amb la mort de la cèl·lula.

En aquest cas el virió infecta una cèl·lula i l'àcid nucleic víric queda introduït dins el cromossoma principal de la cèl·lula.

FALTEN ESQUEMA I, II, i III

plàsmid

integració

El més típic de les conjugacions

és el Factor F de l'E Coli

Cromossoma principal

RTF

R

Orquilles de replicació. Es una replicació

bidireccional perquè hi ha dues orquilles

FACTOR F

TIPUS III

TRACTAMENT

CAPSÒMER

CAPSIDE

EXEMPLE DEL

VIRUS

DE LA

GRIP. DINS LA

CAPSIDE

HI HA

ACID

NUCLEIC

ESPICULES

ENVOLTA

S

S

S

SSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSS

S

SS

SS

S S S