

1.GAIA: MIKROORGANISMOEN MUNDUA, SARRERA

Mikroorganismoak izaki mikroskopikoak dira (0,2 mikrometro- 100mikrometro), batzuk izaki biziduna dira; egitura zelularra dute, ohiko makromolekulak dituzte eta ohiko erreakzio kimikoak burutzen dituzte. Birusak prioiak eta biroideak berriz ez dira kontsideratzen izaki bizidun.

Mikroorganismoak 3 domeinuetan agertzen dira:



IZAKI BIZIDUNEN ARTEKO BERDINTASUNAK:

Ikuspegi biokimikotik:

- Energia lortzeko hainbat mekanismo dituzte
- Makromolekulak:
 - DNA: informazio genetikoa gordetzeko
 - RNA eta proteinak: informazioaren adierazleak
- Makromolekulen sintesirako mekanismoak

Ikuspegi fisikotik:

- Unitate mikroskopikoak
- mintz batez inguratuak
- organismoaren fisiologia mantentzeko behar duten materiala daukate
- beste zelula batetik dato

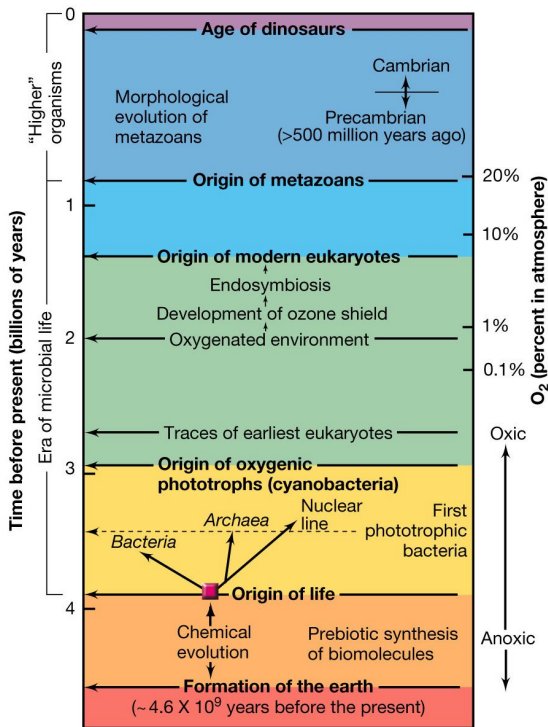
Mikroorganismo azelularren artean birusak prioiak eta biroideak aurki ditzakegu: Egitura estatikoak dituzten, ugaltzeko ostalari baten beharra dute eta derrigorrezko bizkarroiak dira.

Birusak DNA edo RNA (bietako bat bakarrik) izan dezakete, eta hori proteinazko egitura batez inguratuak dute (haien gorputza dela esan dezakegu). Biroideak berriz, RNA kate biluziak dira. Prioiak proteinak sortzaileak dira.

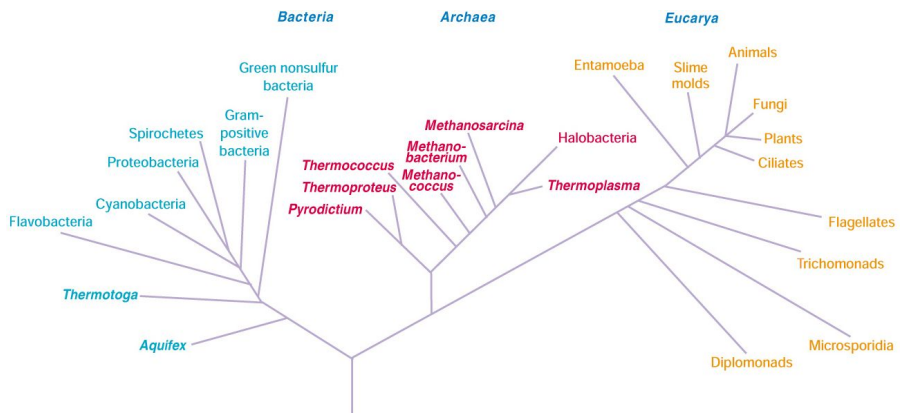
MIKROORGANISMOEN EZAUGARRIAK:

1- Zaharrak dira:

Mikroorganismo zaharrenak prokariotikoak dira (3850 mu), hauek anoxigenikoak ziren. Bizitzaren %80an mikroorganismoak bakarrik bizi ziren.



RNA erribosomikoen azterketak eginez, prokariotoak beste izaki bizidunen arbasoak direla esan dezakegu.



Lehen bereizketa Bacteria eta Archearen artean. Bigarrena Archaea eta Eukaryaren artean. Mitokondrioak eta kloroplastoak Bacteria Domeinurekin erlazionatuta daude (teoria endosinbiotikoa)

2- Txikiak dira:

10*17 bakterio = 1 gizaki

0,2 µm -100 µm (<0,2 µm -2000 µm)

Hala ere, salbuespenak daude: Thiomargarita namibiensis (1mm) eta Epulospicium.

Abantailak:

- "Azalera-bolumena" erlazio altua

(mikroorganismo 1 =1000x animalia)

Azalera handia bolumen bat elikatzeko. Elikagaiak harrapatzeko gaitasun handiagoa.

-Organismoaren prozesuen erregulazio errazagoa.

Bi hauek mikroorganismoak metabolikoki aldakorak izatea ahalbidetzen du. Hau da, inguruko baldintzen arabera metabolismo mota aldatzeko gai dira: Aukerazko anaerobioa.

3- Fisiologikoki anitzak dira:

-Elikagai inorganiko disolbatuak hartzen dituzte; eguzkiaren energia erabiltzen dute energia lortzeko, oxigenoa ekoiztu gabe.

-Eguzkiaren argia erabiltzen dute energia lortzeko, oxigenoa ekoiztuz eta CO₂ asimilatuz; bakarrik mineralez elikatzen dira, atmosferako nitrogenoa finkatzen dute.

-Elikagai organiko disolbatuak eta partikulatuak hartzen dituzte; metanoaren zikloa eta hartxidurak burutzen dituzte.

4- Oso arrakastatsuak dira: a

Azkar edo astiro haz daitezke eta ondo moldatzen dira.

Elikagaiak hartzeko gaitasun handia dutenez, oso azkar hazteko gai dira.

Denbora	0	20 min	40 min	1 h	2 h	3h	10 h	2 egun
Bakterio kopurua	1	2	4	8	64	512	1000 milloi	2×10^{43}
								4000 x Lurra-ren masa

5- Hazten dira eta moldatzen dira:

2 estrategia mota daude: oso azkar hazteko gai direnak, eta oso poliki hazten direnak.

Prokarioto batzuek garatutako estrategia oso arin haztea da. "Bankete-baraualdi" bizimodua dute; ingurunean elikagai gutxi daudenean baraualdian egon ohi dira, elikagaiak agertzean otoruntza egin eta oso azkar hazi eta zatitzen dira.

Beste prokarioto batzuk, beste estrategia hautatzen dute, hauek gai izaten dira naturako baldintza ezfaboragarrietan hazteko.

Mycobacterium tuberculosis: $g = 24h$

Beste gutxi batzuk: $g = 1$ hilabete (720 h)

Aldaketan aurkako erantzun azkarra dute; inguruneke baldintza aldakorretara moldatuz. Kanpoko aldaketak detektatzeko mekanismoak garatu dituzte eta mekanismo erregulatzailerak ere.

·Erradiazioa bizia / iluntasuna

·Tenperatura 15°C -30°C

·Ur ugaria / eskasa

·Gazitasun maila altua/baxua

6- Plastikotasun genetikoa:

Geneen transferentzia horizontala (superbugs: antibiotikoei erresistenteak dira eta erresistentzia hori transmititu dezakete) edo bertikala izan daiteke (zelula zatiketa). Honek inguruko baldintza desfaboragarrietara moldatzea ahalbidetzen die.

7- Ugariak dira:

Zenbat mikroorganismo dago...

Itsasoko uretan	$0,5 \times 10^5$ prok/ml
Ibaiko uretan	$0,5 \times 10^6$ prok/ml
Lurrean	$1-2000 \times 10^6$ prok/gr
Gizakion larruazalean	$1-100 \times 10^4$ prok/cm ²
Gizakion heste lodian	3×10^{11} prok/gr

Gizakion gorputzean 30 billoi ugaztun-zelula ditugu eta 39 billoi bakterio zelula

Planetanbizitzabatezere mikrobianoa da: gainera, karbonoaren %50a eta niitrogenoaren eta fosforoaren %90-a ekoizten dute.

Gehienak itsaspeko lurzoruan bizi dira.

8- Anitzak dira:

Taldea	Ezagunak (x1000)	Portzentaia
Landareak	270	15,4
Kordatuak	45	2,6
Artropodoak	1065	60,8
Moluskuak	70	4
Nematodoak	25	1,5
Protozooak	40	2,3
Algak	40	2,3
Onddoak	75	4,3
Prokariotoak	4,9	0,3
Birusak	4	0,2
Beste batzuk	115	6,6
GUZTIRA	1753	100

Arazo metodologikoak

Tarte handia

Arazo kontzeptuala:
Zer da espeziea?

9- Ubikuoak dira:

Hau da, planetako eremu oso ezberdinetan bizi daitezke, eta bakoitza ingurune horretara moldatuta egongo da; itsas hondoa hasi eta basamortuetaraino.

Table 1.1 *Distribution of microorganisms in and on Earth^a*

<i>Habitat</i>	<i>Percent of total</i>
Marine subsurface	66
Terrestrial subsurface	26
Surface soil	4.8
Oceans	2.2
All other habitats ^b	1.0

^aData compiled by William Whitman, University of Georgia, USA; refer to total numbers (estimated to be about 2.5×10^{30} cells) of *Bacteria* and *Archaea*. This enormous number of cells contain, collectively, about 5×10^{17} grams of carbon.

^bIncludes, in order of decreasing numbers: freshwater and salt lakes, domesticated animals, sea ice, termites, humans, and domesticated birds.

10- MIKROORGANISMOEN GARRANTZIA:

Materiaren ziklo biogeokimikoetan parte hartzen dute, Sare trofikoaren oinarriak dira, atmosferako gasak kontrolatzen dituzte, planetako funtzionamendu orokorrari laguntzen diote, biosferako garapen iraunkorrari laguntzen diote...

Lurreko bizitza mantentzeko Karbonoa, nitrogenoa, oxigenoa eta abar birziklatzen dituzte: materia organikoa degradatuz fotosintesisirako behar den CO_2 sortzen dute, aireko O_2 -aren %50a mikroorganismoen fotosintesiak ekoizten du, planetako O_2 -aren agerpena zianobakterioek burutu zuten eta prokariotok nitrogeno erabilgarriaren iturri inportanteak dira. Edozein konposatu organiko natural degradatzeko gai dira, hori dela eta gaitasuna dute bizileku desberdinetan bizitzeko. Gainera geologian eragiten dute eta meteorologia eta aldaketa klimatikoan ere, CO_2 , CH_4 edota dimetilsulfuroa jaten eta ekoiztuz.

Zabalduta dagoen pentsamendua mikroorganismoak txarra direla hala, baina hori ez da horrela, patogeno gutxi dago eta gainera gurekin sinbiosian bizi diren bakterio asko dago, 1000 espezie gutxi gorabehera. Mikroorganismoek hainbat prozesutan laguntzen ditgute gizakiei: elikagaien liseriketan, bitamina eta mineralen ekoizpenean, toxina eta konposatu kimikoen ezabapenean, gaixotasun infekziosoen aurkako babesean, gorputzaren usainaren sortzaileak dira, organoan hazkundearen gidariak dira...

Gizakiak mikroorganismoen bizilekuak gara. Azken urte hauetan egin diren ikerketak direla eta, gizakion osasuna hobetzea espero da mikrobioma aldatuz, edota gaixotasunen aurredektapena egitea mikrobioma aztertuz.

MIKROBIOLOGIAREN HISTORIA

Hauek dira mikrobiologiarekin zerikusia duten zientzialari nagusiak 3 garaitan banatuko ditugu:

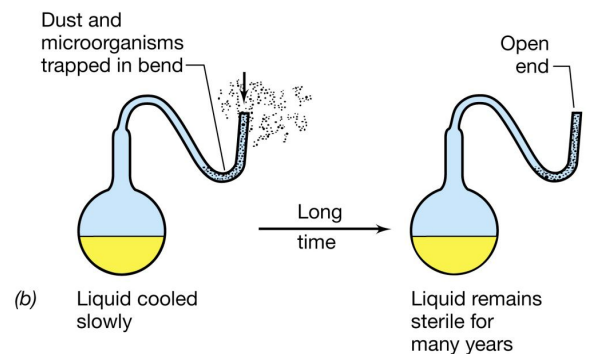
1. garaia: aurkikuntza: (XVII)

Robert Hookek deskribatu zituen lehen aldiz 1664an, onddoen gorputz fruitukorrak aztertzen.

Antonie van Leeuwenhoek ikusi zituen lehen aldiz, "animalkulu" txiki horiek marraztu zituen.

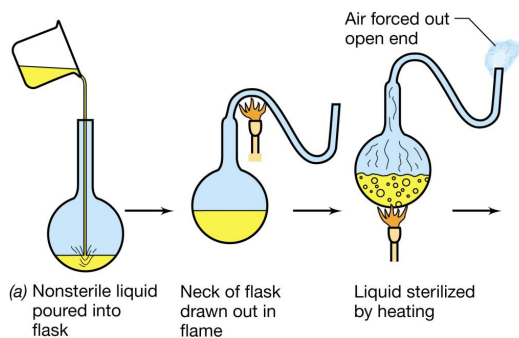
garai honetan berezko sorkuntzaren teoria zen nagusi, baina Redik hau ezeztatu zuen honako esperimentu hau eginez:

Haragi zati bat jarri zuen 3 jarra ezberdinetan, 1 irekita zegoen, bestea kortxo batekin tapaturik eta bestea ondo loturiko tela zati batekin zapaturik. 2 aste eta gero, ikusi zuen 1 jarran larbak jaio zirela, eta beste bietan gaizki usaintzen zuela baina ez zela larbarik jaio. Horrekin berezko sorkuntzaren teoria ezeztatu zuen. Hala ere, beste zientzialarien presioa zela eta, batzuetan berezko sortzapena eman daitekela onartu zuen.



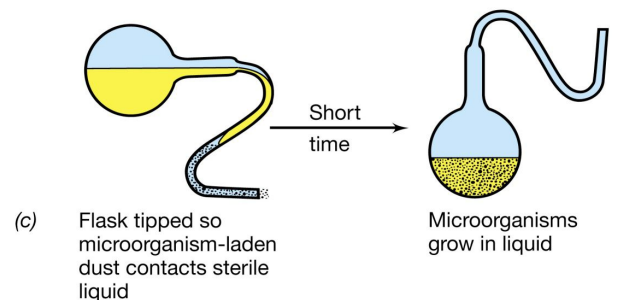
2. garaia. patogenoen garaia (XIX-XX)

Luis Pasteur, kimikari frantziarra, pariseko eskolan ikasitakoa.



Esperimentu honekin guztiz ezeztatu zuen berezko sorkuntzaren teoria: beltzarga-lepo itxurako matrize irekiak erabili zituen. Bertan, partikula solidoak, horiek artean mikroorganismoak ezin ziren barrura sartu, lepoaren bihurtzetan gelditzen baitziren. Hori dela eta, esterilizatutako materiala ez zen usteltzen, eta bertan ez zen mikroorganismoarik garatzen, matrizearen lepoak likido esterila ukitzen ez zuen arte.

Pasteurrek mikroorganismo patogenoen aurkikuntza egin zuen eta mikrobiologiaren oinarriak finkatu zituen: berezko sortzapenaren teoria ezeztatu zuen, mikroorganismoak edonon egoten direla

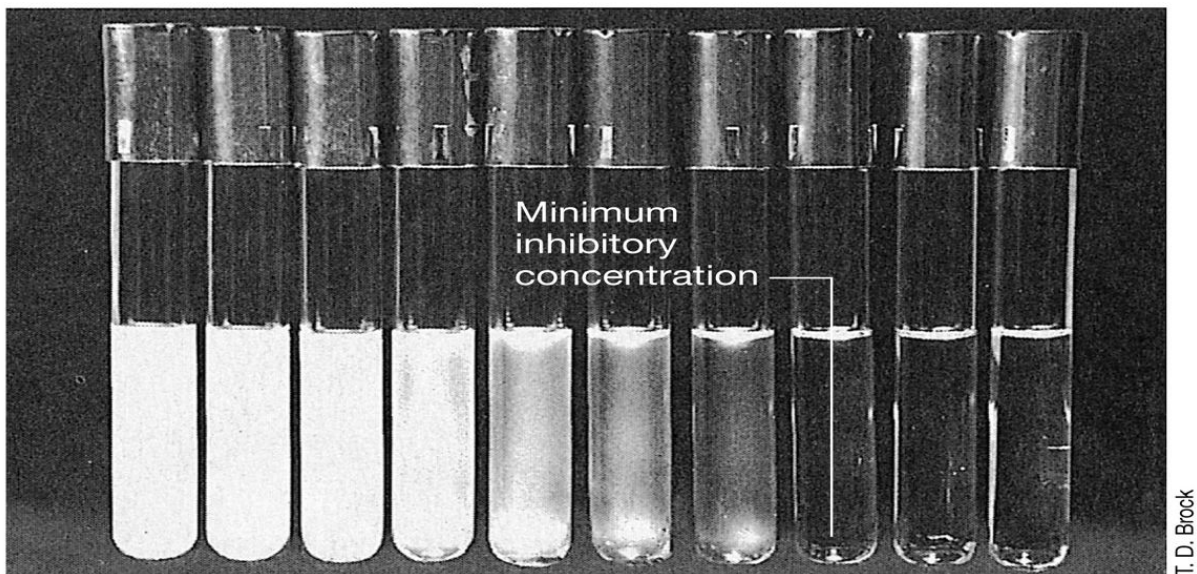


demonstratu zuen, mikroorganismoen hazkuntzak hildako landare eta animaliengan deskonposaketa eragiten du, baita elikagaietan aldaketak sortarazi, eta azkenik lehenengo txertoak sortu zituen (amorrua, kolera eta anthrax)

Ferdinand Chohn-ek hainbat ikerkuntza egin zituen Bacillus bakterioari buruz, adibidez hauen erresistentzia eta endosporaren sorrera.

gaixotasunaren eta bakterioare arteko erlazioa erakusteko, bakterio eragilearen kultibo puruak egiten hasi ziren, ordurarte kultibo mixtoekin lan egiten baitzuten.

Listerrek egin zituen lehen saiakerak, kultibo puruak lortzeko lehen saioak kultibo likidoetatik abiatuta egin zituzten, diluzio-teknika erabili zuten: mikroorganismoak dituen lagina diluitu, likidoan bat bakarrik gera dadin, eta uherdura aztertu.



Schroeter hasi zen kultibo-medio solidoak erabiltzen, kolonien agerpena aztertu zuen ogia eta patatan batez ere.

Koch izan zen kultibo-medio likidoak+gogortzailea erabiltzen hasi zena, kultibo-medio solidoak eratuz. Horretarako gelatina, agarra eta patata erabiltzen zituen. isolaketa teknika berria asmatu zuen, ildaska bidezko ereinketa. ondoren Koch-en postuluak argitaratu zituen.

Koch-en postuluak 4 pausu hauetan laburtuko ditugu:

- Mikroorganismo patogeno susmagarria pairatzen duten ostalari gaixo guzteingan aurkitu behar da eta ostarali osasuntsuengan ez da egon behar. Horretarako *Mycobacterium tuberculosis* erabili zuen.
- Mikroorganismo ostalari gaixorengandik isolatu eta kultibo puruan hazi behar dira.
- Mikroorganismoaren kultibo purua ostalari osasuntsuari ziztatzekotan honek ere gaixotasun berdina pairatuko du.
- Ostalari berri honengandik ere mikroorganismo berdina isolatu eta kultibo puruan hazi behar da.

3. garaia: ekologia (XIX-XX) eta genetika (XX)

M.W. Beijerinck-k aberaste kultiboak sortu zituen eta S. Winogradsky-k kimiolitotrofia deskubritu zuen. Lehenak izan ziren inguruneke naturaletako mikroorganismoak laborategian kultibatzen. gainera karbono, nitrogenoa eta sulfurearen mineralizazioa aztertu zuten, baina N₂ atmosferikoaren finkapena ere.

T. Brock-ek "principles of microbial ecology" liburuan mikroorganismoen funtzioak ingurunean, organismoen arteko erlazioak, organismoak-ingurunea erlazioa eta komunitateen ikaskuntza zabaldu zituen.

Genetikari dagokionez hainbat aurkikuntza egin ziren, konjugazio bakterianoa, DNAREN egitura, geneen adierazpenaren erregulazioa, kode genetikoa... Aipatzekoa da Woese eta Fox-ek arkeoen aurkikuntza egin zutena XX. mendearen amaieran.

4. garaia: Bioteknologia eta mikrobiologia molekularra.

Alor hauetan egindako aurkikuntzak oso baliagarriak izan dira nekazaritzan, elikagaigintzan, energiaren sorrerarako, bioerremediaziorako eta genomikarako.

2.GAIA: Mikroorganismo prokariotikoen egiturak eta funtzioak


1- PROKARIOTOEN TAMAINA:

Bolumena: Diametroa:
 10-2 μm^3 (Rickettsiak) 0,1 μm -50 μm
 5x10³ μm^3 (Zianobakterioak)

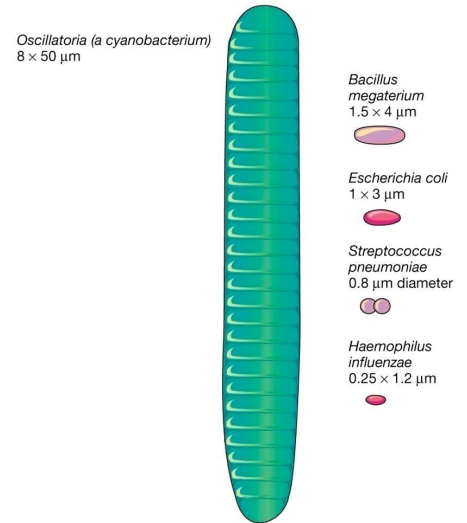
1.1-Txikiak izatearen abantailak:

- Azalera-bolumen erlazio altuagoa: Bolumen unitatean elikagaien garraioa biziagoa da, baita metabolismoa ere, beraz, hazkuntza abiadura handia izango dute.

Surface area ($4\pi r^2$) = 12.6 μm^2
 Volume ($\frac{4}{3}\pi r^3$) = 4.2 μm^3



Surface
Volume = 3

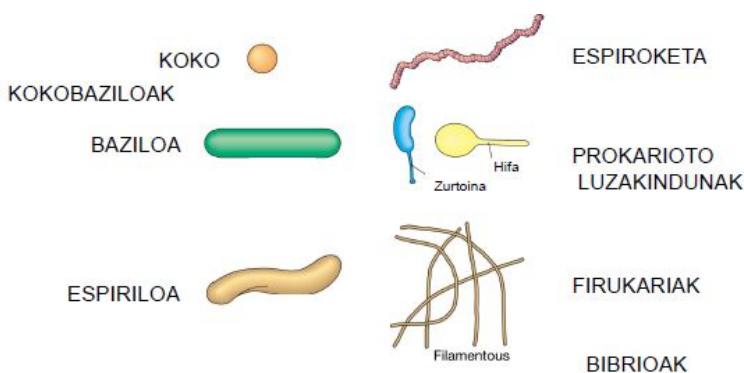


1.2- Gutxienezko tamaina: prokariotoen mugapena molekularra da: beharrezkoak dituen azido nukleikoak, lipidoak, karbohidratoak, proteinak... sartu behar ditu eremu txiki batean.

1.3- Gehienezko tamaina:

Metabolismoa erregulatzeko gaitasuna ematen die; prokarioto handiek baldintza txarretan bizirauteko ahalmen handiagoa dute.

2-PROKARIOTOEN MORFOLOGIA:



Baziloak eta kokoak dira ohikoenak.

Bibrioak koma forma dute, koko baziloak esfera txapalak dira.

Bakterio batzuk pleomorfikoak dira hau da; morfologia alda dezakete ingurunearen arabera, adibidez, Aktinomizetoak.

2.1- Nola mantentzen da zelularen morfologia?

- Peptidoglikanoaren bidez (gram+)
- MreB proteinen bidez: baziloetan aurkitu dira eta Bacteria domeinuan bakarrik. Aktina proteinaren homologoak dira (zelula eukariotoen zitoeskeletoaren modukoa da) eta mintz plasmaticoaren azpitik banda espirala osatzen dute; bazilo morfologia bortxatuz.

2.2- Morfologiaren eragina:

- Kokoak: lehorketarekiko erresistenteagoa (azalera/bolumen erlazio baxua)
- Baziloak: eraginkorrak elikagaiak hartzeko (azalera/bolumen erlazio handia), horretaz gain, itsasgarritasuna errazten du.
- Espiriloak: mugimendu errazagoa; kiribilka mugituz erraz mugitzen da likidoan.
- Filamenduak: estres termikoarekiko eta sistema immunearekiko erresistenteagoak, gainera harrapakarietatik ihes egitea errazten die.

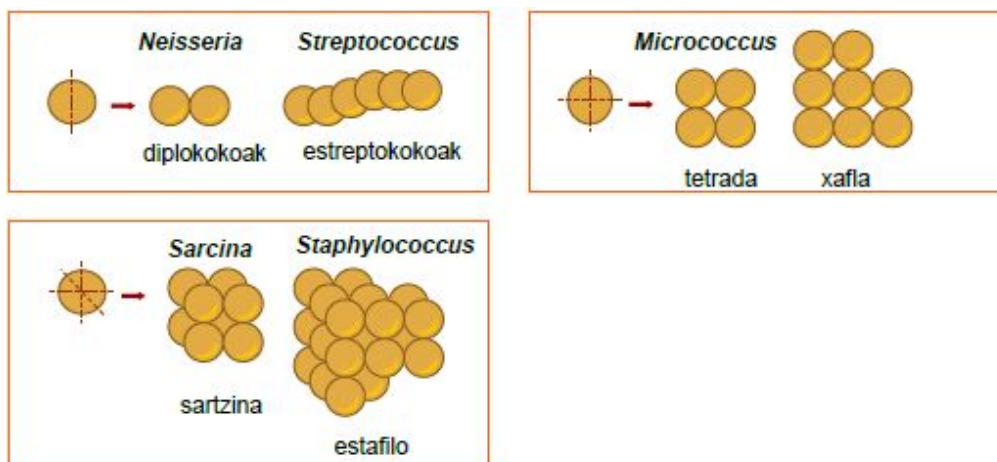
3- ZELULEN ELKARTEAK:

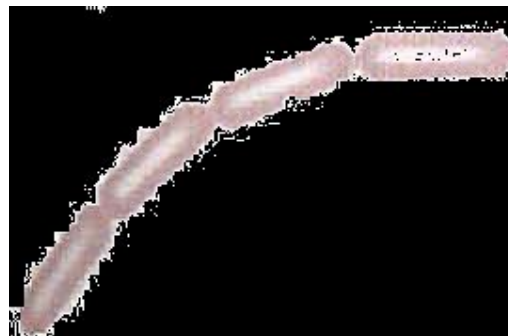
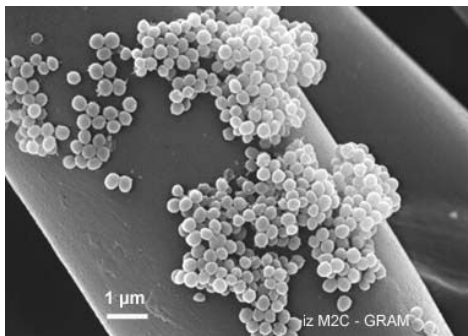
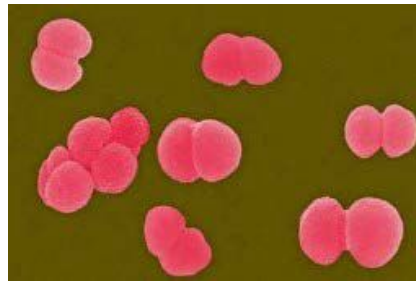
3.1- Berezitasunik gabeko egitura zelulanitzak

- Baziloak plano ekuatorialetik zatituz batzen dira, diplobaziloak (2 bazilo) edo estreptobaziloak (2 baino gehiago) eratuz.



- Kokoak plano desberdinetan zatitu daitezke:

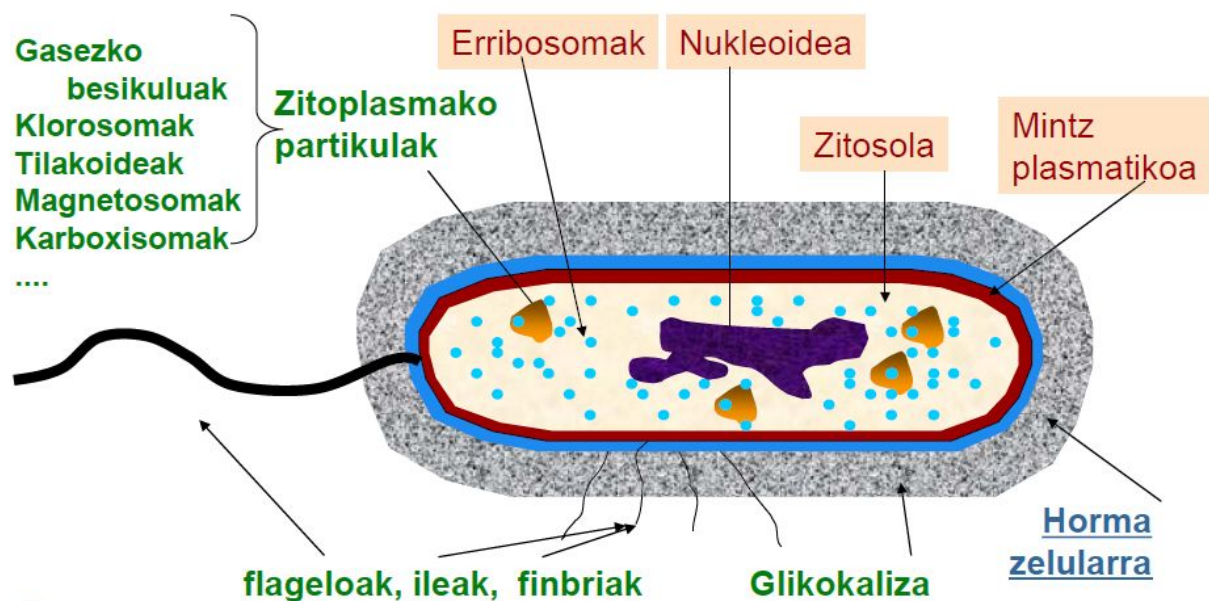




4- PROKARIOTOEN OSAGAIAK:

Prokariotoen osagaiak 2 taldetan bana daitezke, ezibestekoak eta ez-beharrezkoak:

- Ez-beharrezkoen barnea gasezko besikuluak, klorosomak, tilakoideak, magnetosomak, karboxisomak... dira, Hau da, zitoplasmako partikuluak. Horetaz gain, flageloak, ileak, finbriak, baita glikokaliza eta zelula-horma.
- ezinbestekoan artean: erribosomak, nukleoidea, zitosola eta mintz plasmatikoa zeuden.



5- HORMATIK KANPO: GLIKOKALIZA

Prokarioto batzuek hormatik kanpo geruza biskosoa daukate, horma zelularren gainean.

Egiturari dagokionez, prokarioto batzuek kapsula izeneko geruza gogorra dute, eta horren kanpotik geruza malgua eta mukitsua (geruza lirdingatsua), horri esaten zaio glikokaliza, Pisu handiko polisakaridoz osaturik dago, horien artean polialkoholak, poliaminoazukreak.. aurkitzen dira batez ere, eta poliaminoazidoak, salbuespen batzuetan.

Funtzioak:

Biziraupenari loturiko funtzioak (erresistentziarekin lotuak):

- Itsasgarritasuna emendatzea:
 - Beste zelulei patogenoak itsastea (birulentzia-mekanismoa)
 - Zelulak azalei itsastea; ur-ingurune oligotrofikoetan; ahoaren ortzetan (biofilm)
- Fagozitosia galeraztea (birulentzia-mekanismoa)
- Prokariotoa isolatzea: birusak, toxikoak eta abar kanpoan utzi
- Lehorketarekiko erresistentzi handitzea: ura barnean mantenduz

6- HORMA ZELULARRA

Mintz plasmaticoaren gainean kokatuta dagoen geruza da, eta egitura eta konposaketa desberdinak izan ditzake. Ez da prokarioto guztietan agertzen, beti daude salbuespenak. Ohikoa da bakterioetan, baina ez arkeoetan.

Prokariotoez gain, landareek, onddoek eta diatomeek ere badute. Funtzio nagusia lisi ormotikoa ekiditea eta morfologia eta gogortasuna emendatzea da.

6.1- Bakterioen horma zelularra.

- Gram tindaketaren garapena:

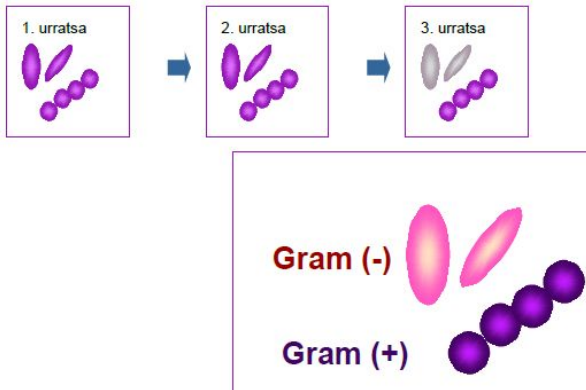
Mikroorganismoak portan hedatu, ondoren airean lehortu. Porta sutik pasatuz mikroorganismoak fixatzen dira, eta ondoren tindaketari ekiten zaio.

Tindaketaren pausuak:

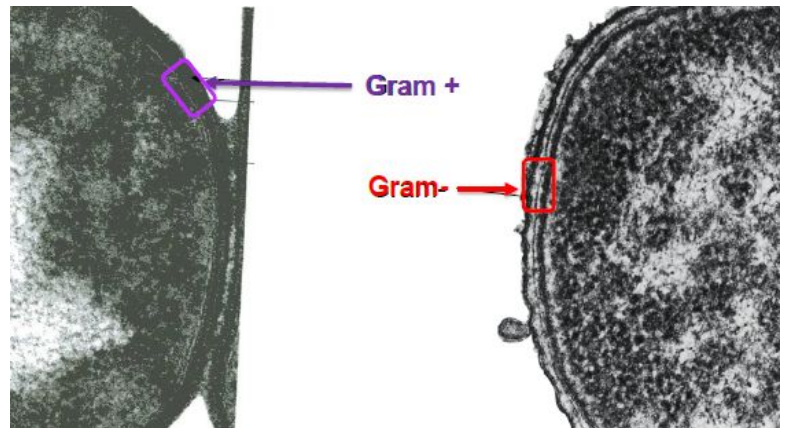
- 1- Kristal bioleta erabiliz zeula guztiak morez tindatzen dira (1min)
- 2- Tindatzailea fixatzeko lugola erabiltzen da (3min), horrela zelula guztiak urdin-morez mantentzen dira. Tindatzaileak mintza edo zitoplasma tindatzen duela dakigu, horma kendu baitzuten saiakera batean eta tindatuta jarraitzen zuelako.

3- Dekolorazioa: alkohola erabiliz (20seg), zelula batzuk kolorea galduko dute eta beste batzuk morez tindaturik jarraituko dute. Alkoholak bakterio gram +en poroak ixten ditu eta kristal morearen irteera ekiditen du. Bakterio gram - etan berriz, alkohola azkar sartzen da lipidoz aberasturiko hormatik eta konplexua aterazten du.

4- Kontraste-tindatzailea egiten da safranina erabiliz (3min) horrela dekoloratutako zelulak arrosez tindatzen dira.

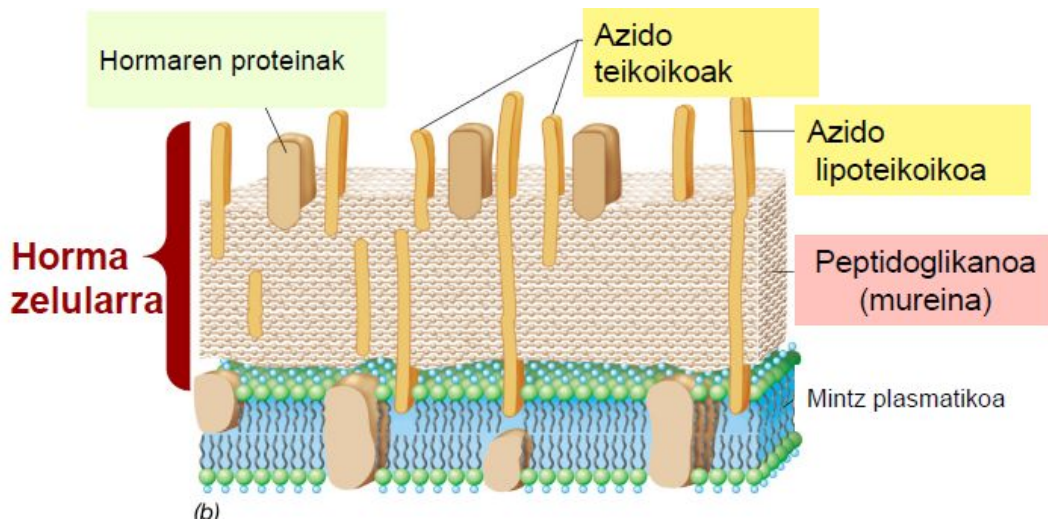


Bakterio gram + eta - en arteko ezberdintasuna ez da hormaren konpasekta, egitura baizik.



- **Gram positiboen horma zelularra:**

Peptidoglikanoz (%90) eta azido teitikoaz (%10) osaturik dago.



PEPTIDOGLIKANO GERUZA

Peptidoglikanoak mintz plasmaticoaren gainean geruza gogorra osatzen du, Bacteria domeinuan agertzen da. Mureina ere deitzen zaio.

2 osagai nagusi bereziten dira: aminoazido azetilodunak eta aminoazidoak.

- Aminoazukre azetilodunak: NAM edo N-azetil muramikoa; bakterioetan bakarrik agertzen dena eta NAG edo N-azetil glukosamina



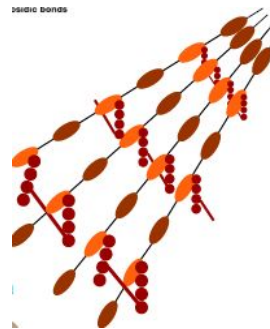
- Aminoazidoak (L eta D).



Aminoazukre azetilodunak; NAG eta NAM beta 1-4 lotura glikosidikoen bidez lotzen dira; kate luzeak eratuz.

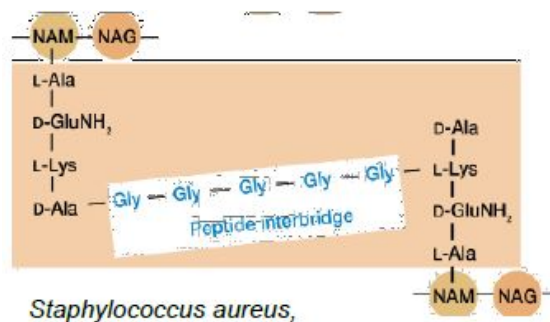
NAM batzuetatik peptido txikiak, tetrapeptidoak deituak, zintzilikatzen dira.

Tetrapeptido hauen konposaketa aldakorrekoak izan daitezke, aminoazidoen artean D eta L-Alanina, D-Glutamikoa, Lisina, DAP edo diaminopimelikoa (bakterioetan bakarrik) aurki ditzakegu. Ondoz ondoko kateak tetrapeptido hauen arteko lotura peptidikoen bidez elkartzen dira.



Peptidoglikano mota ezberdinak daude, tetrapeptidoen konposaketaren arabera edota tetrapeptidoen arteko lotura motaren arabera desberdinu ditzakegu.

Tetrapeptidoen artean pentaglizina zubi bat eratzen da, hauek lotuz.

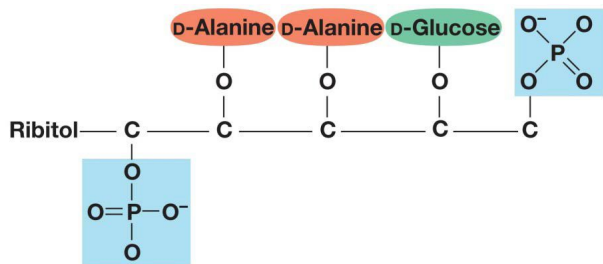


Peptidoglikanoen funtzioak:

Zelularen morfologia mantentzen du, zelularen lisi osmotikoa galerazten du eta muga hidrofilikoa eratzen du zelularen gainetik; fosfatoak, azukreak eta aminoazidoak konposatu polarrak direlako.

AZIDO TEITOIKOAK

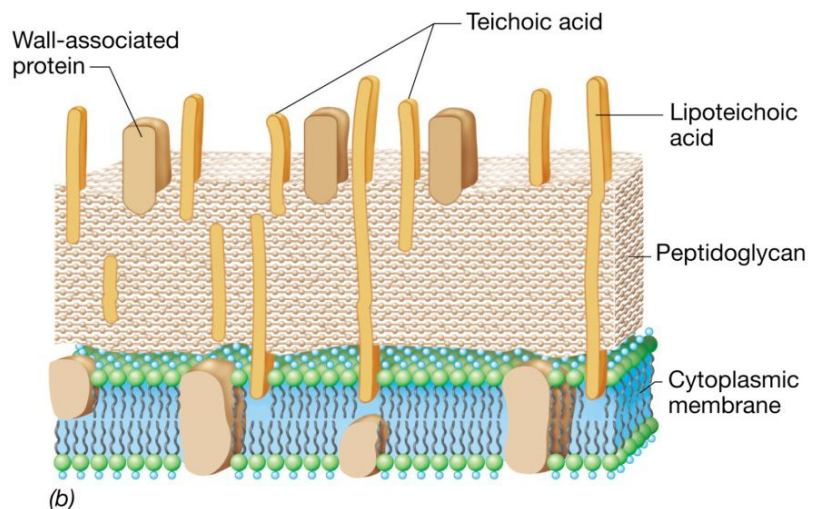
Azido teitoikoei dagokionez, glizerol edo erribitolez osaturiko polimeroak dira, fosfodiester loturez elkartuak. Askotan azukreak edota aminoazidoak eramaten dituzte, horien artean D-Alanina, D-glukosa (horrek ematen die antigeno izaera).



(b)

Azido teitoikoak

peptidoglikanoaren NAM-ekin elkartzen dira kobalentez. Azido teitoiko hauei lipoteitoiko deritze glizerolezkoak bakarrik badira eta mintz plasmatikoko lipidoei lotuta badaude.



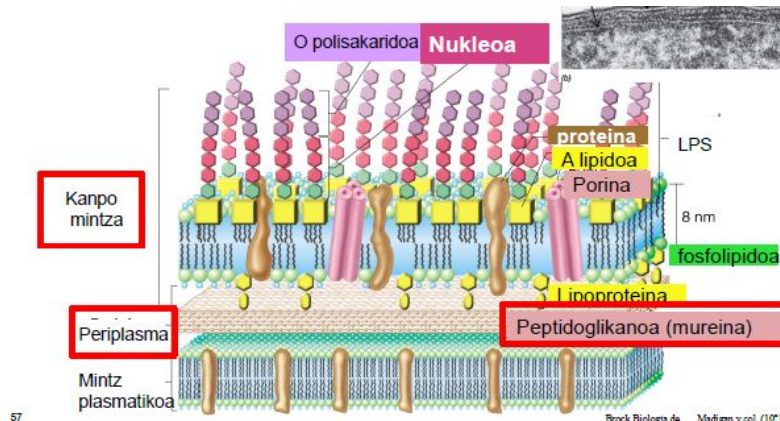
(b)

Azido teitoikoen funtzioak:

1. Autolisin jarduera erregulatzen dute: horma zelularraren hazkuntza erregulatuz eta zelularen zatiketara parte hartuz.
2. Bakterio Gram positiboen antigeno garrantzitsuenak dira.
3. Beraiek eragiten dute Bakterio Gram positiboen azalerako karga negatiboa.
4. Patogenoen itsasgarritasuna emendatzen du ostalariaren azalean. (Streptococcus)
5. Fagoentzako hartzaille espezifikoak dira.

- **Gram negatiboen egitura eta konposaketa:**

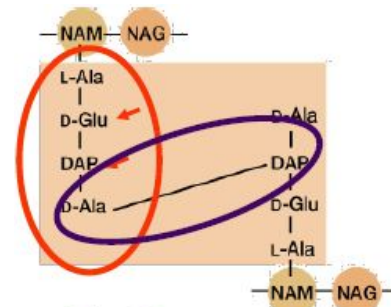
3 osagai bereizten dira: Peptidoglikanoa (%10) du; kanpo mintza, lipopolisakaridoz, fosfolipidoz eta proteinez osatua; eta periplasma aurkitu ditzakegu.



Konposaketa kimikoari dagokionez, gram positiboen berdina da, baina geruza askoz meheagoa da.

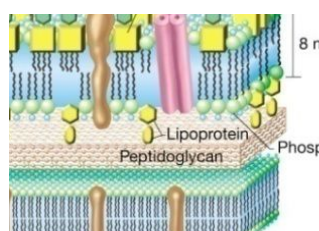
PEPTIDOGLIKANOA

Peptidoglikanoari dagokionez, aminoazidoak eta haien arteko lotura peptidikoa izango da desberdintasuna: gram negatiboen D-Alanina eta azido diaminopimelikoaren artean sortzen da lotura.



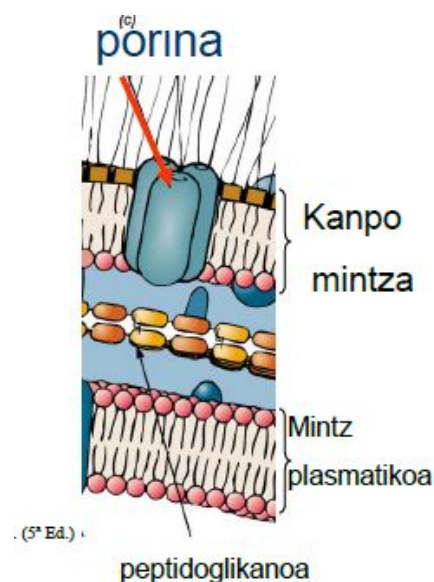
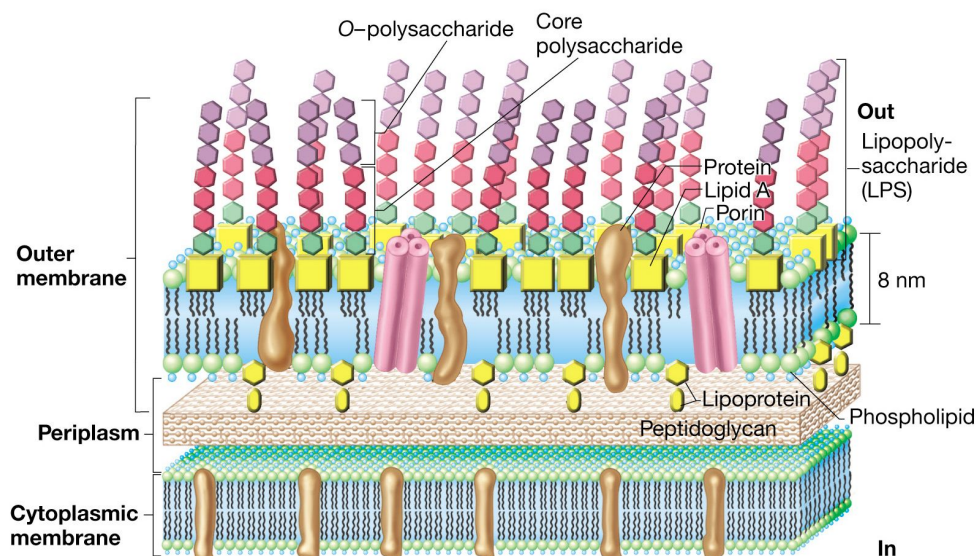
Peptidoglikanoaren funtzioak: Zelularen morfologia mantentzea, zelularen lisaketa osmotikoa galeraztea eta muga hidrofilikoa eratzen du.

Lipoproteinei dagokionez, gram negatiboetan eta enterobakterioetan ere aurkitu ditzakegu, alde batetik peptidoglikanoko azido diaminopimelikoarekin kobalentez lotuta eta bestetik, kanpo mintzarekin lotura hidrofobikoen bidez.



Proteinak

Garrantzitsuenak porinak dira: hiru proteina berdinez osaturiko konplexuak dira, mintza zeharkatzen dute eta kanal moduko bat eratzen dute. Espezifikoak izan daitezke, maltosa, nukleosidoak, burdina... garraiatuz; edo ez-espezifikoak, non ura edo uretan disolbaturiko molekula txikiak garraiatzen diren.



Kanpo mintzaren funtzioak:

- 1- Iragazkortasun hautagarriaren lehenengo hesia: zenbat molekulekiko iragazkorra da, eta molekula handien eta molekula hidrofobikoen sarrera eragozten du, adibidez antibiotiko batzuen, behazun gatzuen eta entzima liserigarri batzuen (lisozima, lisina)
- 2- Animalientzat toxikoa da askotan: adibidez LPSaren A lipidoari endotoxina deitzen zaio, sistema immunea pizten du LPS-aren O polisakaridoak (sukarra, odol-hodien dilatazioa, shock hemorragiko larria edota ehunen nekrosia eraginda)
- 3- Sistema immunearen garapena: penizilinaren eta lisinaren aurkako babesa emendatzen du.

PERIPLASMA

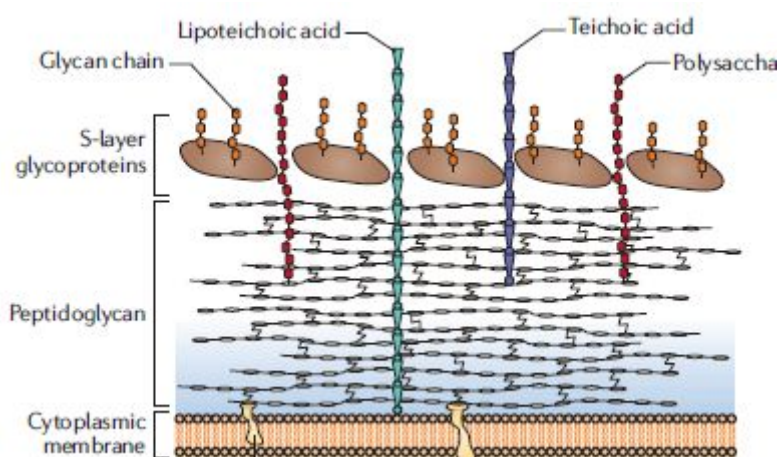
Periplasma mintz plasmatikoko eta kanpo mintzaren arteko eremua da. Bertan, peptidoglikanozko geruza kokatzen da erdian, horretaz gain tamainu handiko molekulak eta hainbat proteina ere daude. Proteina horien artean, hainbat entzima hidrolitiko, beta laktamasak (laktamikoak diren antibiotikoak degradatzen ditu), garraio proteinak eta kimiohartzaileak aurkitzen dira.

Periplasma ez dago fisikoki Gram positiboetan, hala ere, bertan aurkitzen diren proteinak mintz plasmatikokoaren eta peptidoglikanoaren artean aurkitzen dira.

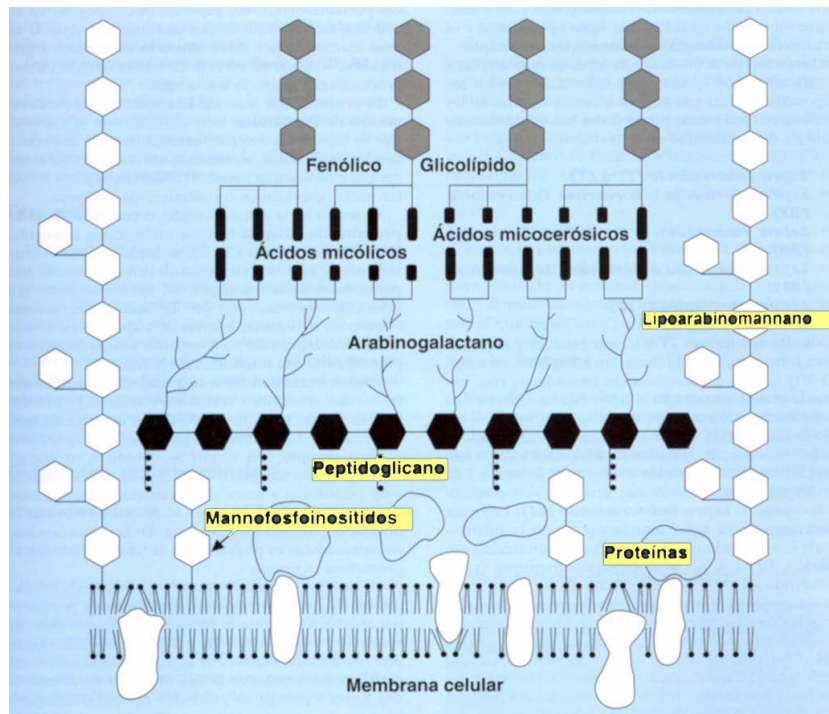
6.3-Bakterioen beste horma mota batzuk:

1- S Geruza:

Horma zelularraren gainean kokatzen den proteinazko edo glikoproteinazko geruza da, gehienetan polisakaridoekin (peptidoglikanoa) egon ohi da. Azpiegitura simetrikoa izaten du; hexagonala, tetragonala edo trimerikoa izan daiteke. Funtzioei dagokienez, itsaskortasuna ematen dio, iragazkortasun hautagarria; entzima litikoak, prokarioto harrapariak eta birusak saihestuz, eta faktore askoren kontrako babesa emendatzen du; pH, estres osmotikoa...



2- Mikobakterioen horma:



Alde batetik, mintz plasmaticoari lotuta lipoarabinomannanoa (LAM) aurkitzen da. Bestalde, peptidoglikanoari loturik fosfodiester lotura bidez, arabinogalaktano izeneko polisakaridoa aurkitzen da. Arabinogalaktanoaren hertzei esterifikatuta azido mikolikia dago, glukolipido hauek pisu molekular handia dute. Azken hauei loturik hainbat lipido eta glukolipido aurkitzen dira.

Mintz mota honen detektapena “azido-alkohol erresistentzia” edo “Ziehl-Neelsen tindaketa” deritzon tindaketa motarekin egiten da. Gram tindaketan dekoloratu egiten baita.



Horma honen ondorioz elikagai hidrofiliarren barneraketa-abiadura baxua da, beraz hazkuntza motela dute bakterio hauek. Horretaz gain, produktu toxikoekiko erresistentzia handia ematen die.

Mikobakterioak

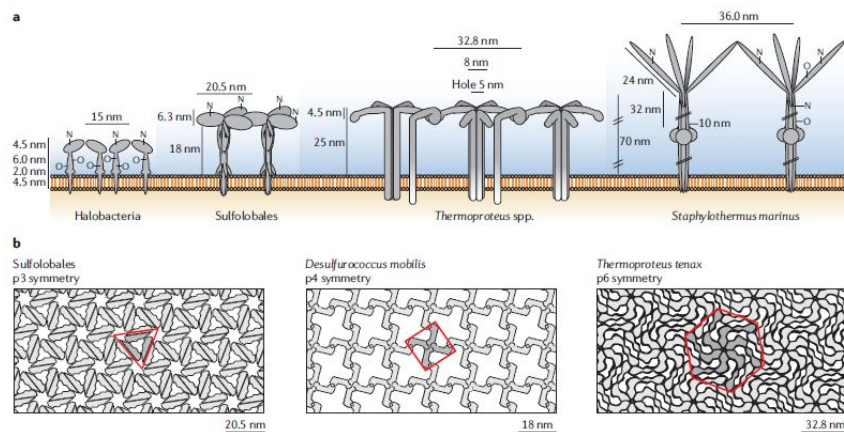
Gram positiboak

3- Arkeoen horma zelularra:

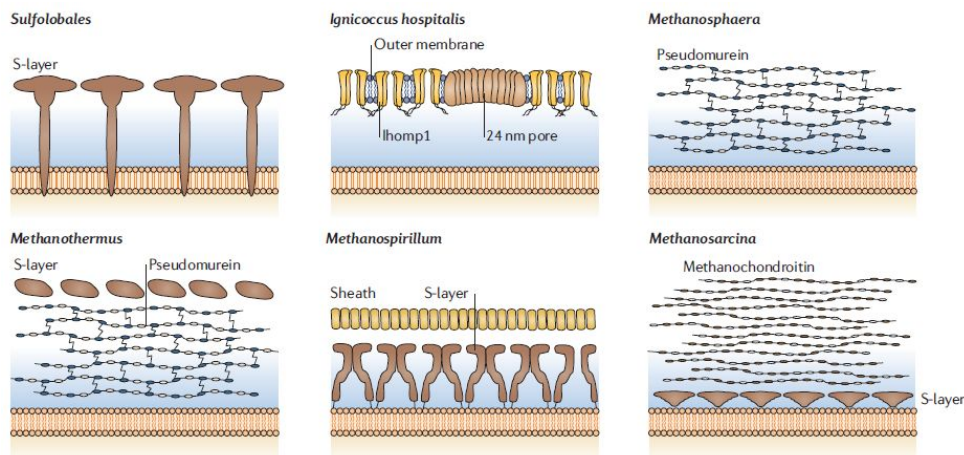
Bakterioen hormaren konposaketa kimiko desberdina dute, hala ere Gram tindaketan + eta - eran sailkatu ditzakegu. Ez dute peptidoglikanorik, ondorioz liozima eta peniziliarekiko erresistenteak dira.

Gehien ikusten diren ereduak:

- S geruza: bakterioena bezalako da, eta bakarrik edo osagai gehiagorekin aurki daiteke.



S geruza hori, beste egitura batzuekin konbinaturik ager daiteke:

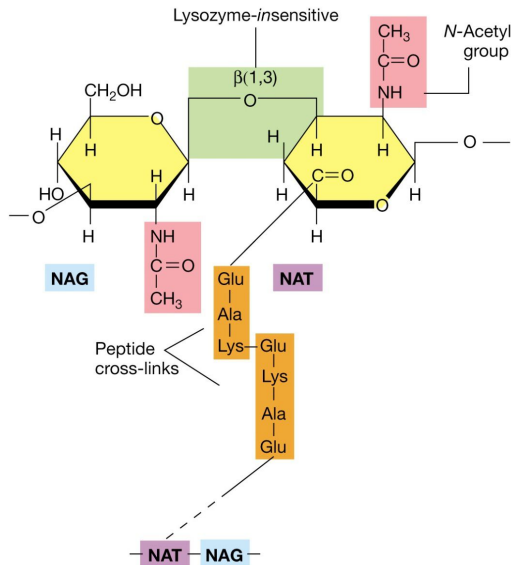


*S geruza + polisakaridoak:

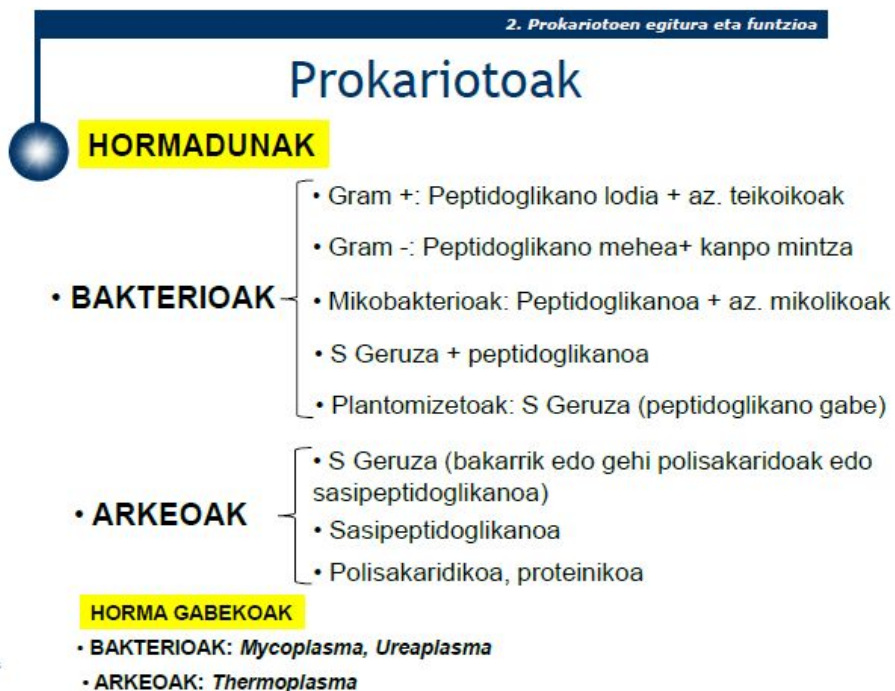
Methanosarcina: polisakaridoen artean, glukosa, azido glukuronikoa, azido uronikoa eta azetatoa

Halococcus: S geruza eta polisakaridoez gain, SO_4^{2-} aurkitu dezakegu, adibidez NaSO_4 ingurune azidoetan; horma egonkortuz.

- Sasipeptidoglikanozko geruza: (sasimureina)
NAM, D-aminoazidoak, DAP gabekoak.
NAG eta NATM(N-azetil talosa minuronikoa) beta 1-3 loturen bidez elkartuta daude, ondorioz Lisozimarekiko erresistentea. Metanogeniko eta halofilo batzuen aurkitu dezakegu egitura hau.



- Polisakaridozko horma: bakarrik metanogeniko batzuetan egoten da.
- Hormarik gabekoak:
Bacteria domeinuan: Mycoplasma, ureaplasma: Mintz plasmatikoa esterolak dauzkate egonkortasuna ematen.
Archea domeinuan: Thermoplasma: Mintz plasmatikoa berezia dute (monogeruza) eta egonkortzaile moduan lipoglikanoak.



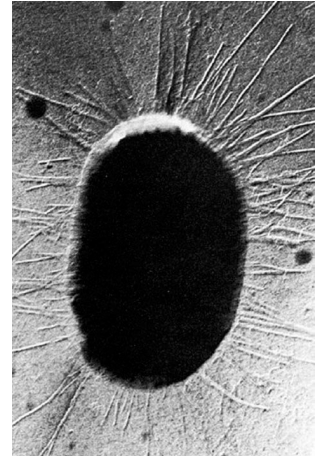
2.GAIA: PROKARIOTOEN LUZAKINAK

1- FINBRIAK

Bakterio gram positibo eta negatiboetan agertzen diren proteinazko luzakinak dira. Luzakin motzak, meheak eta zuzenak dira eta oso ugariak izan daitezke (1000/zelula). Pilina izeneko proteinaz osaturik daude.

Funtzioak: Itsasgarritasunari buruzko funtzioak ditu, horien artean:

- 1- Biofilm sorrera: gainazal solidoan komunitateak eratzea
- 2- Pelikulen sorrera: gainazal likidoan komunitateak
- 3- Animalia-ehunei itsastea: izaera patogenoa dute; ostalariaren ehuna ezagutzen dute. Adibidez *Salmonella*, *Bordetella*...



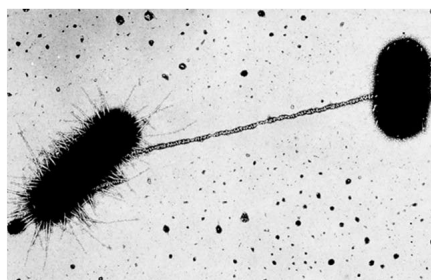
2- ILEAK EDO PILIAK

Gram negatibo batzuetan agertzen diren Pilinazko luzakinak. Finbriak baino luzeagoak eta loditsuagoak dira, baita urriagoak ere (1-10).

Plasmido konjugatzaileek eragiten dute eta birusen hartzaile izan daitezke; hau da, birusek euskarri moduan erabil ditzakete pilia.

Funtzioak:

- 1- Konjugaziorako beharrezkoak: material genetikoa trukatzeko duten bakterioek ile sexual hauei esker.
- 2- Ostalariaren ehunei lotzea; izaera patogenoa duten horiek. Adibidez *Neisseria* eta *Streptococcus pyogenes*.
- 3- IV motako funtzio desberdinak dituzte: Astinketa irristadura mugimenduari erlazionaturikoak (*Pseudomonas*, *Moraxella*).
- 4- Kolonizazioarekin erlazionaturikoak (*Neisseria gonorrhoeae*)
- 5- Transferentzia genetikoarekin zerikusia duten beste funtzio batzuk.



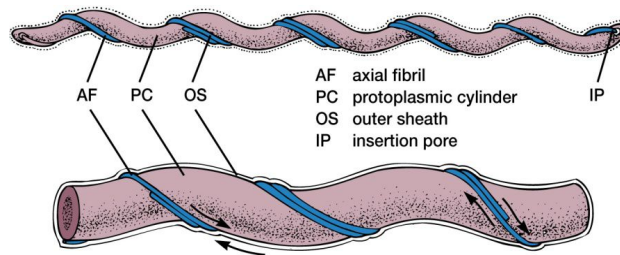
3- PROKARIOTOEN FLAGELOA: BAKTERIOENA

Prokariotoak gai dira mugitzeko fageloari esker. Zenbait bakterio gai dira solidoan mugitzeko, irristatuz, eta beste batzuk uretan ere mugitu daitezke gas ziskuen bidez. Hala ere mugimendurako erabiliena den egitura flegeloa da. Edozein fenomeno fisikotan bezelaxe, mugimendu horrek energia gastua dakar.

Mutur bat libre eta bestea zelularen azalari lotuta dauden apendizak luze eta meheak dira. Bakterio motaren arabera flageloak ezberdin paratzen dira: kokapen polarra (polo batean, monotriko edo bietan, anfitriko), lofotrikoa (hainbat flagelo polo batean) edo peritrikoa (flageloak sakabanaturik). Kokapena bakterioak sailkatzeko erabiltzen den irizpide bat da.

Badako bakterioen flagelo berezia bat, Espiroketena: FIRU AXIALAK

Protoplasma (egitura zilindrikoa) estaltzen kanpo azal bat aurkitzen da. Bakterioaren endoflageloak, muturretatik atera eta zilindro protoplasmikoan zehar kiribiltzen dira, kanpo azalaren azpitik, flagelo horiek erdian topatu arte. Mugitzerako orduan, zilindro protoplasmatikoa norantza batean biratzen da eta kanpoko azalaren azpiko firu axialak kontrako norantzan. Horrela, biraketaren ondorioz, zelula desplazatu egin daiteke.



Egitura:

3 atalez osaturik dago:

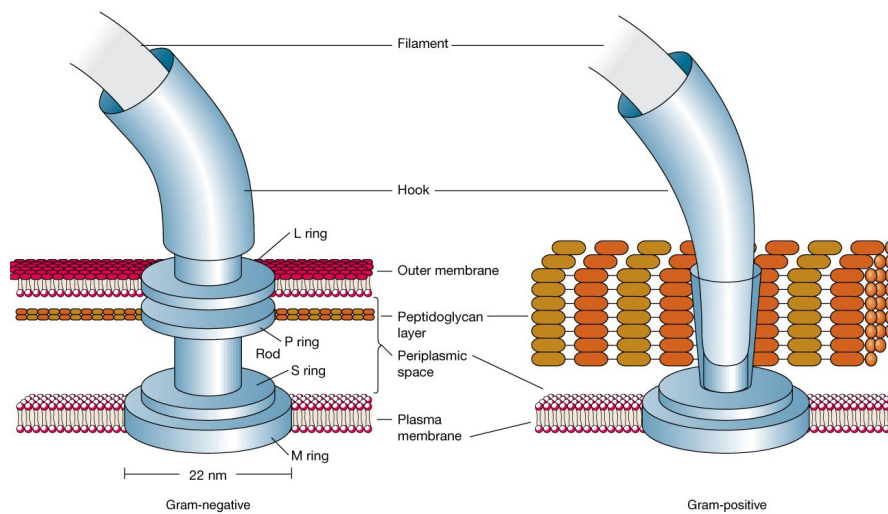
1- Zuntz helikoidala: filamentua

Filamentua oinarrizko gorputzeraino luzatzen den flagelinazko egitura da. Zuntz helikoidala mintz plasmatikoz inguratuta egon daiteke eta flageloaren atal birakorra da. Lodiera konstantea du: 15-20nm eta luzera 5-10mikrometro-koa izan daiteke. Proteina honen aminoazidoen sekuentzia nahiko kontserbatua dago (bakterio gehienetan oso antzekoa izango da), hau dela eta egitura zaharra dela ondoriozta dezakegu.

2- Kakoa

Oinarrizko gorputza eta zuntz helikoidalaren arteko loturagunea da eta proteina bakar batez osaturik dago. Zuntza baino lodiagoa da baino motzagoa ere. (Luzera: 45-100nm). Egitura helikoidala du eta kodo izeneko okerdura azaltzen du.

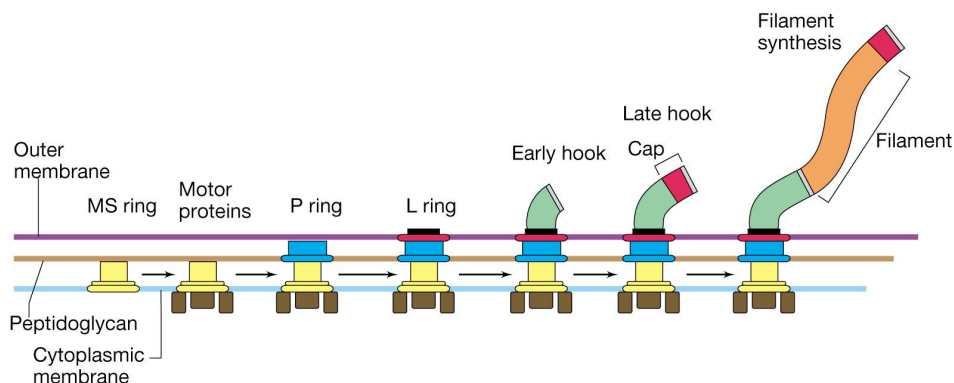
Gram positiboek, berriz, MS eta C eraztunak dituzte.



4.2 SINTESIA ETA MIHIZTADURA:

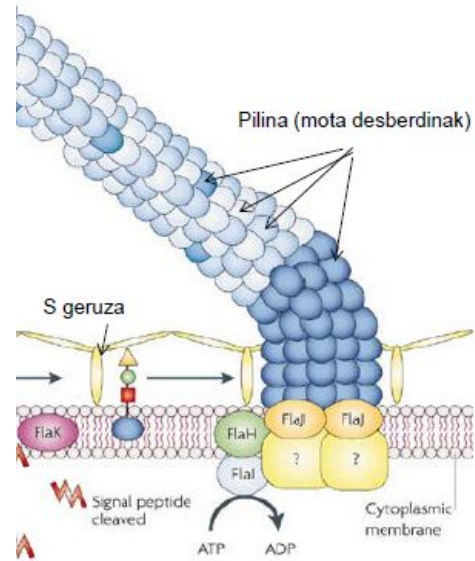
50 gene hartzen dute parte flageloaren sintesian, gene horien funtzioak hainbat dira: flageloak proteinak estrukturalak kodetzea eta horiek mintzean zehar zelulatik kanpo bidaltzea, eta bestetik, flagelo berriak eratzeko beharrezkoak diren erreakzio biokimikoak eraentzea.

Lehenik MS eraztuna eratzen da mintz plasmaticoak, ondoren proteina motoreak itsasten zaizkio. P eraztuna kokatzen da eta gainean L eraztuna. Bertartik kakoaren aitzindaria eratuko da. Honen gaian Cap proteinak kokatuko dira eta kakoaren eraketa amaitutzat emango da. Cap proteina hauen atzetik filamentua eratuko duten proteinak kokatzen joango dira barneko kanaletik igaro eta muturrean kokatuz; mihiztadura apikala izango da.



5- ARKEOEN FLAGELOA

Bakterioena baino mehegoa da, eta mota desberdinetako flagelinaz osaturik dago; hau da, aminoazidoen sekuentzia ezberdina dute. Flageloaren sintesia oinarritik hasten da, baterioetan gertatzen ez den moduan. Arkeoek, flageloa mugiarazteko ATParen gastua behar dute, eta haien flageloa bakterioena baino azkarrago mugitzen da.



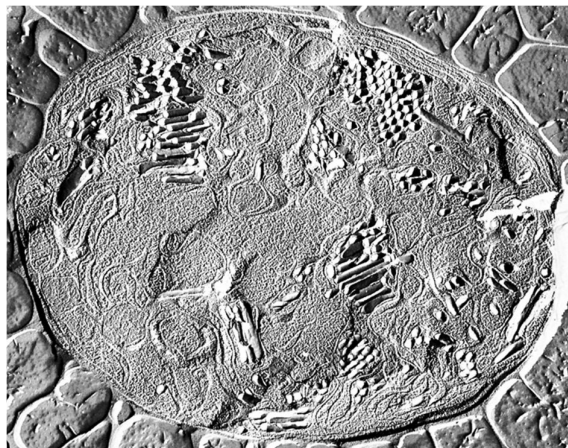
6- PROKARIOTOEN MUGIMENDUA:

Prokarioto batzuk mugiezinak dira, eta beste batzuk mugikorak. Ingurune motaren arabera, mugitzeko estrategia hauek aurki ditzakegu:

- Ingurune likidoan: Bertikalki gas-ziskuen bidez. Flagelo edo firu axialen bidez edonorantz, horri Swimming teknika esaten zaio. Ileen bidez, edonorantz baita ere; Twitching (astinketa) teknika deritzona.
- Azalera solidoan: Irristadura, Swarming, eta tethered bacteria (flagelo bakarra gainazalari loturik)

6.1- Gas ziskuak:

Gasezko ziskuak metatzen dituzte mintz plasmaticoan, eta flotagarritasuna eskuratzen dute. Teknika hau ohikoa da prokarioto urtar askotan, adibidez arkeoetan eta bakterioetan (zianobakterioetan).

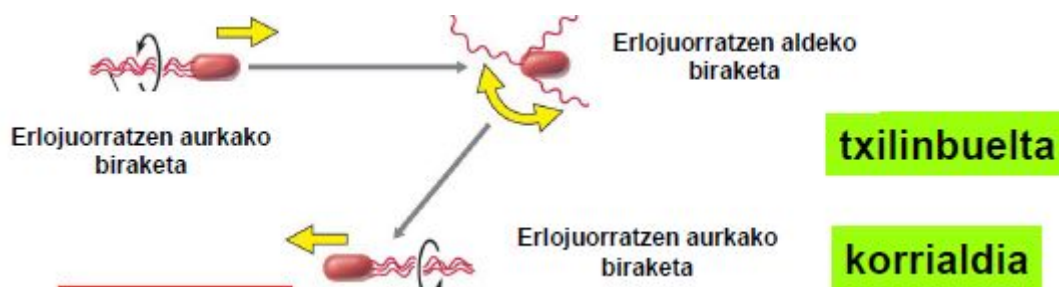


6.2- Flageloaren bidezko mugimendua: Swimming

Flageloaren biraketaren ondorioz, zelula mugitu egiten da. Biraketa hori oinarritzko gorputzean sortzen da: Protoiek plasmaticoa zeharkatzen dute Mot proteinatik igarotzen, horrela protoi gradientearen energia erabili eta flageloa birarazten dute. Fli proteinek biraketaren norabidea zuzentzen dute. Biraketa bat egiteko 1000 H⁺ sartu behar direla estimatzen da.

- Mugimendu motak:

Peritrikoak: erlojuorratzen aurkako biraketaren bidez aurrera egin dezakete, horri korrialdia esaten zaio. Norabidez aldatzeko erlojuorratzen aldeko biraketa egin (txilinbuelta) eta berriro ere aurrera egiteko, erlojuorratzen aurkako biraketa egingo dute.



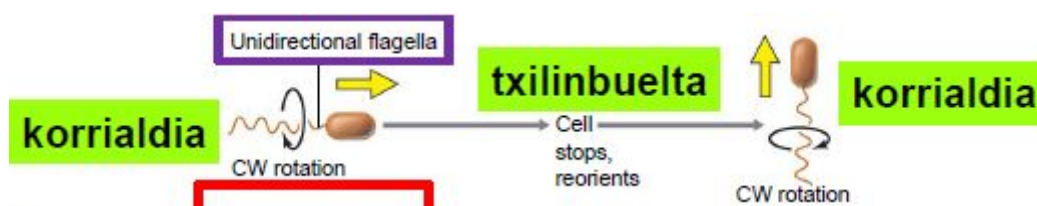
Flagelo polarrak:

Flageloa errebersiblea da; hau da, erlojuorratzen aurkako biraketarekin aurrera egin dezakete eta erlojuorratzen aldeko biraketarekin berriz, atzera.



Flageloa norantza bakarre

koa bada, aurrera egingo dute korrialdiaren bidez, eta norantza aldatzeko, zelula gelditu, orientatu egingo da, eta berriro ere aurrera egingo du.



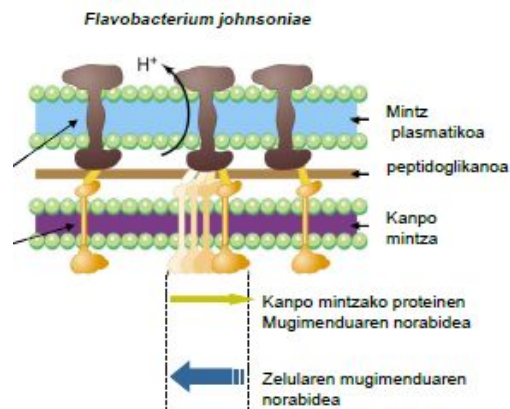
6.3- Iristaduraren bidezko mugimendua

Azalera solidoan irristatzean datza, horretarako energia behar da. Energia hori protoi gradientearen bidez lortzen da. Arkeoek ez dute teknika hau erabiltzen, baina bakterio askok bai; batez ere, zelulabakarrak (baziloak) edo firukarak (zianobakterio firukara batzuk, mixobakterioa, zitofagoak eta mikoplasma batzuk).

Lortutako abiadura flageloena baino baxuagoa da.

Hainbat motatako mugimendua izan daiteke:

- Material mukitsu polisakaridikoa eratuz, substratua eta zelularen azala kontaktuan jarri eta irristatzea lortzen du. Horretarako ondo hidrataturiko gainazala edo interfasearekin kontaktua egotea beharrezkoa da. Zelula trakzioagatik mugitzen da. Hau zianobakterio batzuk egiten dute, adibidez *Cytophaga*.
- IV motako ilearez bidezko mugimendua: IV motako ilearen muturra sustratura lotzen da, ondoren kontrakzioa gertatzen da eta bakterioa bultzatzen du, hau desplazatuz.
- IV motako ilearen bidez mugimendu soziala gertatzen da; bakterio guztiak batera mugitzen dira, edo baziloaren mutur bateko itsasteko konplexu proteikoaren bidez, norbanako mugimendua gertatzen da. Estrategia hau adibidez, *Myxococcus xanthus* bakterioak burutzen du
- Cytophagales (Flavobacterium): 2 proteina sistema ezberdinek hartzen dute parte, bata mintz plasmatikoa kokatzen dena eta bestea kanpo mintzean. Protoien gradienteari esker, mintz plasmatikoko proteinak mugitu egiten dira eta mugimendu hori kanpo mintzeko proteinei transmititzen dizkie. Tanke baten moduan funtzionatzen dute.



7- TAXIAK edo taktismoak

Ingurunean gradiente fisiko-kimiko asko daude, eta horien aurrean bizidunek erantzun moduan emandako mugimendua da taxia.

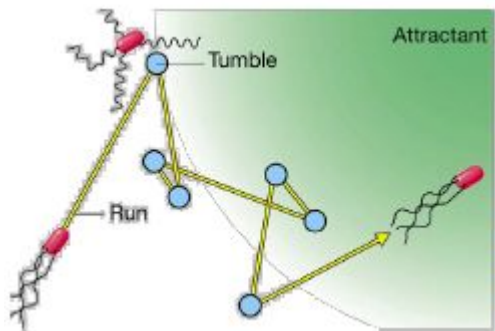
7.1- Kimiotaxia:

Kimiotaxia kinada kimiko bati erantzuteko burutzen den mugimendua da. Kinada kimikoari kimioefektore deritzaio, eta hau erakargarria edo uxagarria izandaiteke.

Kimiotaxia zertan den ulertzeko, zelula bakar bat imaginatuko dugu. Mikroorganismoak, mugitzen ari direlarik, inguruaren kondizio fisiko eta kimikoak alderatzen dituzte aldi berean, une bat lehenago zeudenean. Beste era batera esanda, gradiente tenporalari erantzuten diete bakterioek.

Gradienterik ezean, bakterioak lasai mugitzen dira, inoiz lasterretan, inoiz zilipurdika. Mugimendu horiek ausaz gertatzen dira.

Aitzitik, gai kimiko erakargarri baten aurrean baldin badago, ausazko mugimendu horiek joera definitu bat hartzen dute: lasterraldiak luzeagoak izanik eta zilipurdiak urriagoak; portaera horren ondorio prokariotoa gai erakargarria hurbiltzea da.



Kinada negatibora hurbiltzean berriz, kontrako jokabidea izango dute, zilipurdi gehiago korrialdiak baino.

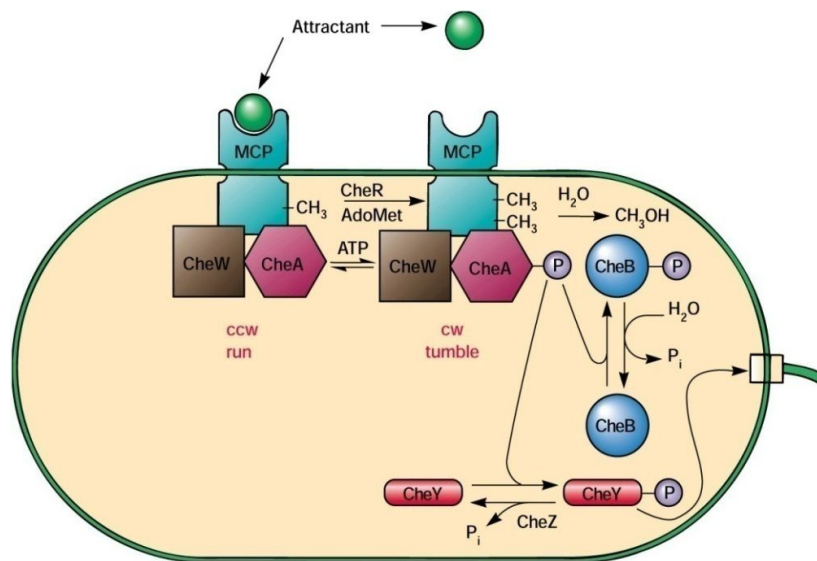
Bakterio flagelodun polarra direnek, kinada negatibo baten aurrean flageloaren biraketa gelditzen dute lasterraldia eteteko. Kinada positibo baten aurrean aldiz, alderantziz gertatzen da.

Mugimenduaren norantza determinatzeko, zelulak hainbat sentore-proteina ditu proteina erakargarriak eta aldaragarriak sumatzeko. Arestian esan bezala, zelulak kontzentrazioaren aldaketari erantzuten dio, horretarako metilo-hartzaile diren kimiotaxia proteinak ditu, MCP edo transduktore deritzenak. E.colik 5 MCP ditu.

Gaur egun onartzen den flageloaren kontrolerako ereduaren, seinale-transduktoreak kontaktuan daude CheA eta CheW proteina zitoplasmatikoekin. Transduktoreari konposatu kimiko bat gehitzen zaionean, CheWren laguntzaz, molekularen konformazioa aldatzen da eta CheA autofosforilatu egiten da. Konposatu erakargarriek CheAren autofosforilazio maila jaitsi egiten dute, eta aldaragarriek igo. CheA fosforilatuak, CheY fosforila dezake. CheY-P flagelora joan eta trukeak egin ditzake bertan, flageloaren motorrarekin, ondorioz, zilipurdiak egingo lituzke flageloak. Laburbilduz, CheY ren autofosforilazioa jaisteak flageloak erlojuorrotzen kontra biratzea eragiten du, lasterraldiak eraginez. Gainera, CheZ-k CheY desfosforilatu du, zilipurdi gertatzea ekiditen. Horretaz gain, CheA-k CheB fosforila dezakeela ere aipatuko dugu. Hemen deskribaturiko sistemak seinalea egin dezake eta horren arabera flageloaren mugimendu erregulatu, baina denbora-tartean gertatzen den kontzentrazioen aldaketak sumatzeko beste prozesu baten beharra daukagu: moldaera.

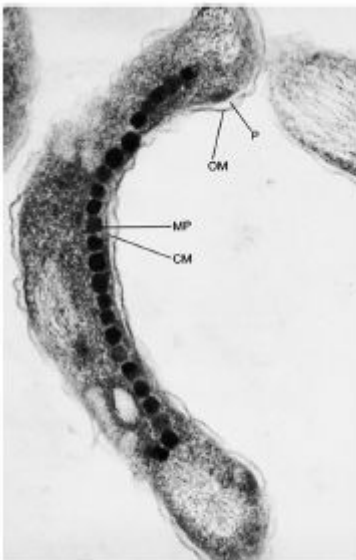
MCP proteinak metilatu egin daitezke. Hortaz, CheR arduratzen da, MCPei etengabe metiloak gehituz. CheB fosforilatuak berriz, desmetilatu egiten ditu. Metilazio horrek erantzuna emateko egoera aldatzen du.

Konposatu erakargarri baten kontzentrazioak altua izaten jarraitzen badu, CheAren fosforilazio mailak baxu jarraituko luke, eta ondorioz CheB eta CheYrenak, hori dela eta zelulak motel egingo luke igeri eta MCPren metilazio maila igo egingo litzateke. Hala ere, MCPak guztiz metilatzen direnean, ez da erantzun gehiagorik sortuko, hau da; erakargarriari ezin die erantzun. Beraz, CheA-Pren kontzentrazioa igo egingo da, eta zilipurdiak eragingo litzuzke (CheY fosforilatu egin daiteelako). Hori ez gertatzeko, CheA-k CheB fosforilatu dezakenez, CheB-P sortzen da eta MCP molekula desmetilatzen ditu eta berriro ere MCPak erantzuna emateko gai dira.

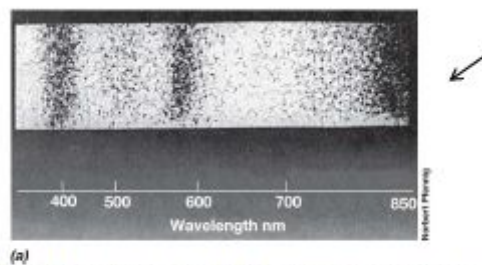


7- BESTE TAXIA MOTA BATZUK:

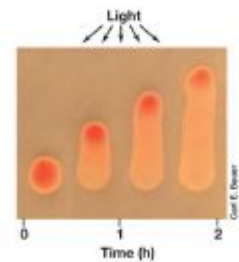
Taxia mota:	Ezaugarriak:
Fototaxia	Bakterio fotosintetizatzaileetan. Argi-intentsitatearekiko emandako erantzuna. Kimiotaxiaren mekanismo berdina du; ftohartzailleak eta proteina zitoplasmatikoeak hartzen dute parte. 2 mota daude: Fototaxia aurrunta (fototrofoak argi-intentsitate gorakorrarantz hazten dira) eta 2- Eskotofobotaxia (ilunpetik ihes egitea).
Aerotaxia	Oxigenoaren kontzentrazioarekiko erantzuna
Osmotaxia	Indar ioniko desberdinen egoerarikiko erantzuna
Hidrotaxia	Uraren bila joateko erantzuna. Basamortuko zianobakterioak
pH-taxia	Baldintza azido edo alkalinoekiko erantzuna.
Magnetotaxia	Bakterio urtar mikroaerofilo edo anaerobikoetan. Lerro elektromagnetikoekiko erantzuna (gorantz edo beherantz mugituz). Orientazioa magnetosomen bidezko mugimenduaren ondoriozkoa da.



Aquaspirillum magnetotacticum
(x123000)



(a) *Thiospirillum jenense* bakterio fototrofo gorriaren metaketa eskotofobikoa



Rhodospirillum centenum bakterio fototrofo gorriaren kolonien fototaxia

PROKARIOTOEN MINTZ PLASMATIKOA

Mintz plasmatikoa zelula biltzen duen mintz unitarioa da, 8-10 nm-tako bi geruza lipidikoz edo geruza bakar batez osatua. Zelularen barnekoa ingurutik banatzen duen hesi hautagarria da.

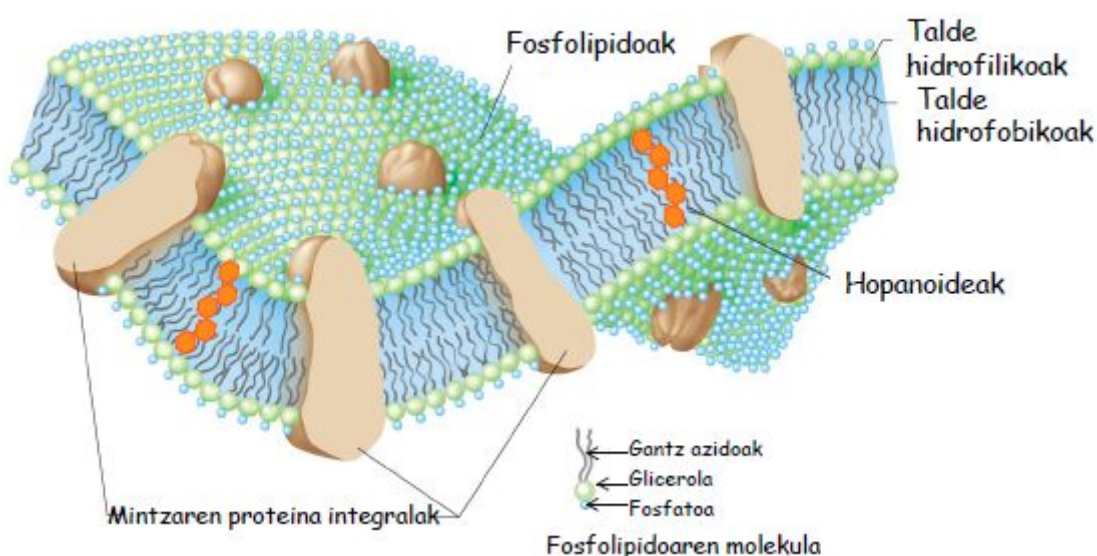
Prokariotoen osagai aldaezina: bizitzarako derrigorrezkoa da

1- MINTZ PLASMATIKOEN KONPARAKETA:

BACTERIA	EUCARYA	ARCHEA
Mintz plasmatikoa fosfolipidoz osaturik (lipidoak fosforilaturik)	Mintza fosfolipidoz osatua	Mintza lipidoz eratuta (denak ez daude fosforilaturik)
Lipidoak gantz-azidoak izango dituzte	Lipidoak gantz azidoz eratuta	Lipidoak isoprenoz eraturik egongo dira
Gantz-azidoen eta glizeroalaren arteko lotura ester motakoa	Ester lotura glizerol eta gantz-azidoen artean	Isoprenoa eta monoalkoholaren artean eter lotura
Bigeruza lipidikoa	Bi geruza	Geruza 1 edo 2
Proteinak izango dituzte	Proteinak izango dituzte	Proteinak izango dituzte
Mintzaren egonkortzaileak hopanoideak izango dira, eta esterolak mikoplasmatan (hauek ez baitute hormarik)	Egonkortzaile modura esterolak egongo dira	Hauek ez dute egonkortzailerik izango.

2- BAKTERIOEN MINTZ PLASMATIKOAREN EGITURA:

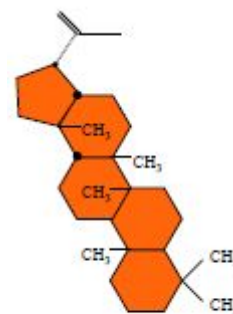
Mosaiko jariakorra.



BAKTERIOEN MINTZ PLASMATIKOAREN KONPOSAKETA:

- Fosfolipidoak:
Glizerol fosforilatua eta 2 gantz-azidoz eratua.
2 eremu bereiz ditzakegu, hidrofilikoa; glizerola eta 3. karbonoan duen fosfato taldea; eta hidrofobikoa, gantz azidoak. Hauek asetuak, monoasegabeak edo poliasegabeak izan daitezke. Azken hauek ohikoak dira zianobakterioetan.
- Proteinak:
Mintzaren pisu lehorraren %70 osatzen dute. 200 proteina desberdin aurkitzen dira mintzean.
2 motatakoak daude:
 - Proteina integralak: mintz osoa zeharkatzen dutenak.
Bi eremu bereizten dira:
 - Zati hidrofilikoa kanporantz edo barnerantz begira, zati periferikoa esaten zaio
 - Zati hidrofobikoa, bi geruzatan sartuta: zati integrala
 - Proteina periferikoak: mintzaren alde batean, barnean edo kanpoan, geratzen direnak.

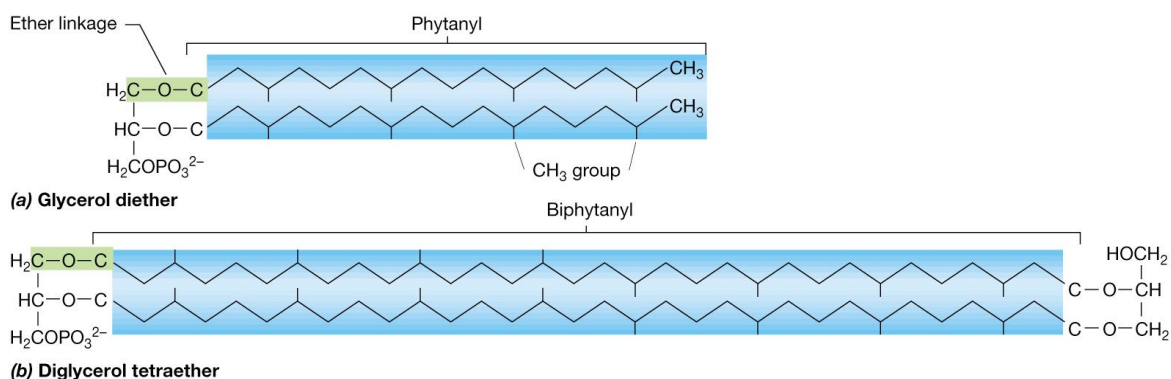
- Hopanoideak:
Hopanoideak eta esterolak molekula zurrun eta lauak dira, hauek mintzean tartetaturik aurkitzen dira eta zelulak jasan dezaken estresaren aurrean zurruntasuna emendatzen diote. Hidrofobikoak dira, beraz, mintzaren barnealdean aurkitzen dira.
Bakterioetan oso hedaturik dagoen hopanoidea diploptenoa da.
Salbuespen moduan mikoplasmak aurkitzen dira, non hauek, eukariotoen moduan, esterolak dituzten.



Diplopteno

4- ARKEOEN MINTZ PLASMATIKOA:

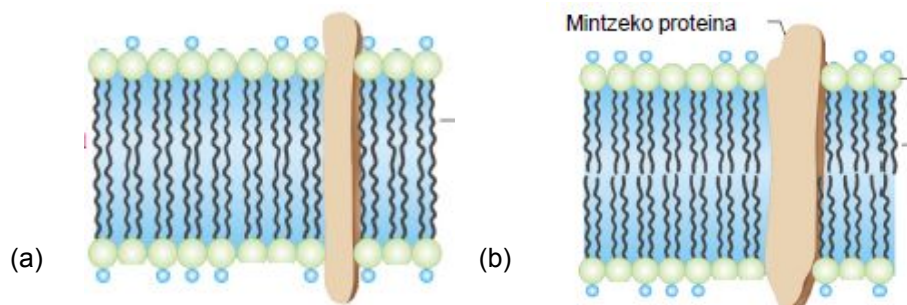
Ohiko lipidoa da mota ugariena; baina ez dira guztiak fosfolipidoak. Bakterio eta eukariotoetan ez bezala, glizerolaren eta albo kate hidrofoboaren arteko lotura eter motakoa da. Gainera, glizerolari loturik isoprenoak (5C) agertzen dira, hauek kate luzeak eratzen dituzte. Horrela, glizerol dieterrak edo glizerol tetraeterrak eratzen dira.



Egitura dela eta, oso mintz egonkorra dute, ondorioz, baltzinda extremoak dauden habitatan bizi daitezke.

2 motatako geruzak daude:

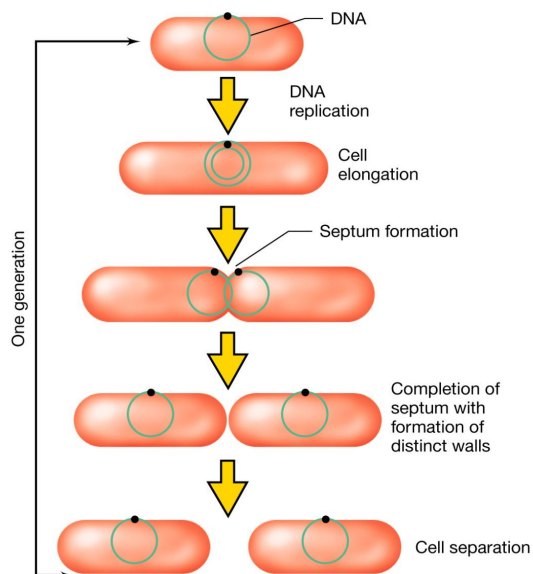
- Bigeruza lipidikoa: Fitalinoa esaten zaio. Glizerolezko dieterrez osaturiko geruza da, glizerol batzuk fosforilatuak aurkitzen direlarik. (b)
- Monogeruza lipidikoa: Bifitalinoa esaten zaio. Diglizerolezko tetraeterrez osaturik daude, fitalinozko albo kateak kobelenteki loturik aurkitzen dira. Hauek temperatura altuekiko egonkorak dira (arkeo hipertermofiloak). (a)



Badaude mintz batzuk bi mintz mota horien nahasketa direnak, adibidez *Thaumarchaeotak* duena, Krenarkeola deituriko geruza eratzen dute.

6- MINTZ PLASMATIKOAREN FUNTZIOAK:

6.1- Material genetikoaren erreplikapenean zeregina du:



6.2- Zelularen gune metaboliko garrantzitsuena da:

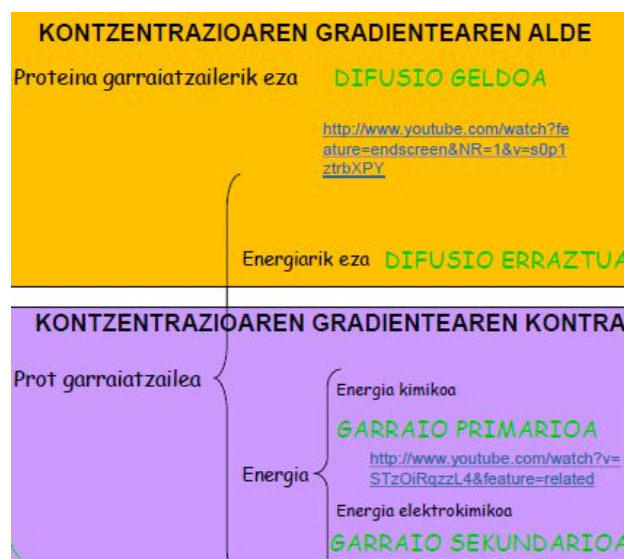
Adibidez, arnasketa zelularreko elektroio garraio katea bertan kokatzen da. ATPa sintetizatzeko tresneria eta pigmentu fotosintetikoak bertan aurkitzen dira. Gainera hainbat entzima biosintetiko, MCP eta permeasak ere daude.

Mintza H⁺ekiko iragazgaitza da, hori dela eta, protoien gradienteak eratu da, ondorioz mintza energizatzen da; kargak banatze hori energia metaboliko mota bat da, indar protoi-motrizak esaten zaiona.

6.3- Iragazkortasun hautagarria duen hesia

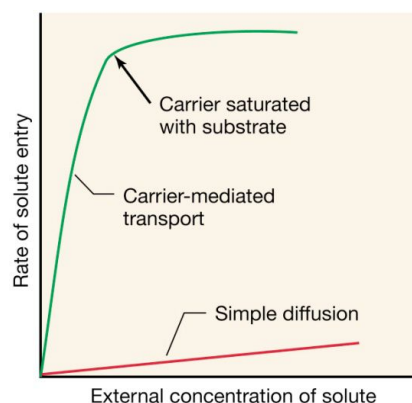
Zelula prokariotoek aktiboki elikagaiak kanpotik hartzen dituzte eta metabolismoaren hondakinak kanporatzen dituzte.

7- MINTZEAN ZEHARREKO GARRAIOA:



Molekulen garraioa mintz plasmatikoa zehar emateko hainbat era daude. Mintzaren iragazkortasuna dela eta, molekula batzuen garraiorako permeasen laguntza beharrezkoa da.

Permeasak mintz plasmatikoa zeharkatzen duten proteinak dira, normalean 12 polipeptidoz osatuak. Permeasa hauek oso espezifikoak dira substratuarekiko; horretaz gain, molekulen kontzentrazioa handia denean asetze-efektua jasaten dute; hau da, kontzentrazioa igo arren, barkeratze prozesua ez da azkarrago ematen eta konstante mantenduko da. Permeasen sintesia 2 faktoreen arabera dago erregulatuta, anduiarengatik, eta baita kanpoko kontzentrazioagatik ere.

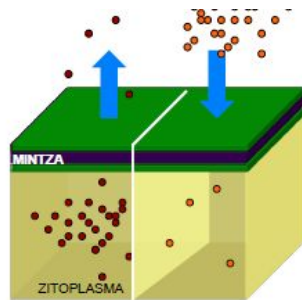


Garraio mekanismoak:

Energia-gastu gabekoak	Garraio pasiboa	DIFUSIO GELDOA	
		DIFUSIO ERRAZTUA	
Energia menpekoak	Garraio aktiboa	PRIMARIOA	TALDE TRANSLOKAZIOA
			LOTZE-PROTEINEN MENPEKO SISTEMA
			ATP-AREN HIDROLISIA EDO ELEKTROI GARRIOAREN MENPEKO H ⁺ KANPORAKETA
		SEKUNDARIOA	IOIEN GRADIENTEAREN MENPEKO SISTEMA

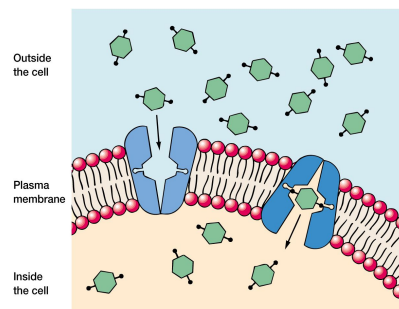
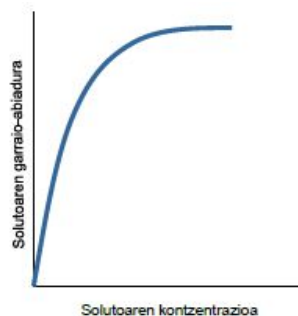
7.1- Garraio pasiboa: difusio geldoa

Gradientearen aldekoa da, eta garraio proteinik gabe. Garraiatzen diren molekulak karga elektrikorik gabekoak izaten dira (ura, oxigenoa, karbono dioxidoa) edota molekula txiki liposolugarriak (gantz azidoak, aloholak, benzenoa...). Kontzentrazioaren gradientearen menpeko abiadura du, nahiko geldoa da, eta zinetika lineala erakusten du

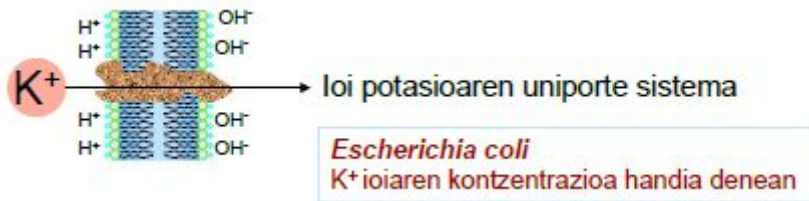


7.2- Garraio pasiboa: difusio erraztua

Gradientearen aldekoa da, baina permeasak beharrezkoak dira kasu honetan. Garraiatzen diren molekulak glicerolak eta azukreak izaten dira. Garraio honen zinetikak asetze-eredua erakusten du; solutuaren kontzentrazioa txikia denean, abiadura lineala eta azkarra da, baina gehiegizko kontzentrazioa badago permeasak asetzen dira eta garraio-abiadura maximoa eta konstantea lortzen da.



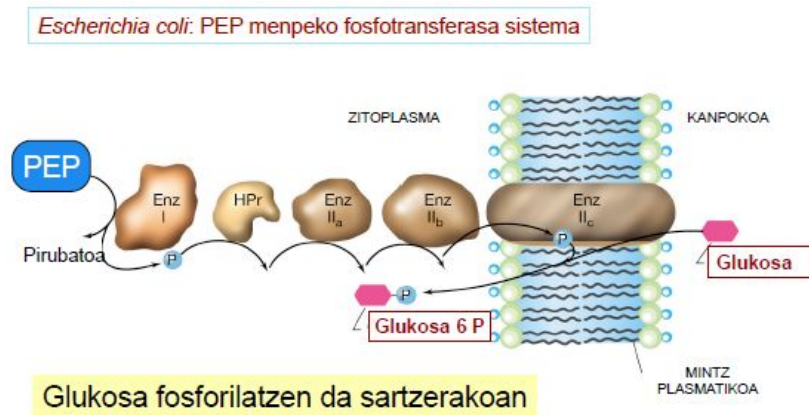
Garraio pasiboaren mota orokorra: Uniportea, hau da, molekula bakarra garraiatzen da gradientearen alde, energia gasturik gabe.



7.4- Garraio aktiboa: Talde translokazioa

Garraiatzen den bitartean molekulen konposaketa aldatu egiten da, horretarako energia kimikoa behar da. Gainera hainbat proteina espezifiko behar ditu substratuaren arabera. Garraio hau azukreak, purinak eta piridinak eta gantz azidoak garraiatzeko erabiltzen da. Oso arrunta prokariotoengan, batez ere anaerobioetan.

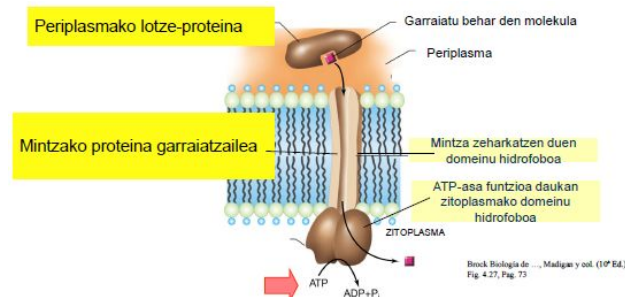
Karbohidratoak garraiatzeko PEP-ren menpeko fosfotransferasa sistema erabiltzen da. Azukreak zelularen barnera sartu aurretik, proteinak fosforilatu eta desfosforilatu egiten dira, txandaka, harik eta mintza zeharkatzen duen proteinak azukrea fosforilatu eta garraioa gertatzen den arte. HPr eta I entzimak sistemako osagai ez-espezifikoak dira; hau da, edozein azukreren garraioan hartzen dute parte, besteak, berriz, espezifikoak dira azukre bakoitzerako..



7.5- Garraio aktiboa: periplasmako lotze-proteinen menpeko sistema:

Beste izen bat ABC sistema da: ATP Binding Cassette.

Mintzen zeharreko proteina garraiatzailez gain, periplasmako lotze-proteinak aurkitzen dira; hauek oso espezifikoak dira eta gai dira substratuari lotzeko haien kontzentrazioa baxuena izan arren. Behin lotuta, konplexu horrek mintzean dagoen proteinari eragiten dio eta mintzean zeharreko garraioa gertatzen da, ATPren energiak bultzatuta. Garraiatzen diren molekulak azukreak, aminoazidoak, gantz azidoak, elikagai ezorganikoak eta metalak izaten dira. Garraio hau prokarioto eta eukariotoetan gertatzen da.



7.6- Garraio aktiboa: Protoien kanporaketa:

Protoien kanporaketa hainbat erataraz gerta daiteke, adibidez elektroiz garraio katean zehar edota ATPasaren bidez, ATParen hidrolisia ematen denean.

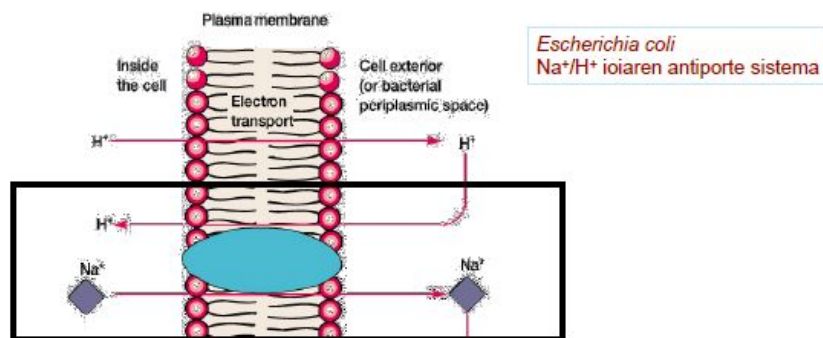
Protoi gradiente hau garraio aktibo sekundarioa burutzeko erabiliko da.

7.7- Ioi gradientearen menpeko sistema:

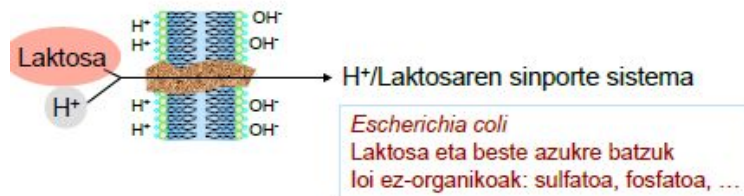
Sistema honek mintz plasmatikoko protoien gradientearen erabiliz du, beraz, garraio aktibo primariorik gabe ezin daiteke gertatu garraio aktibo sekundariorik. Garraiatzen diren molekulak hainbat azukre, aminoazidoak eta ioi ez-organikoak izaten dira.

Mota orokorrak:

- Antiporrea: bi molekula desberdin norantza desberdinean



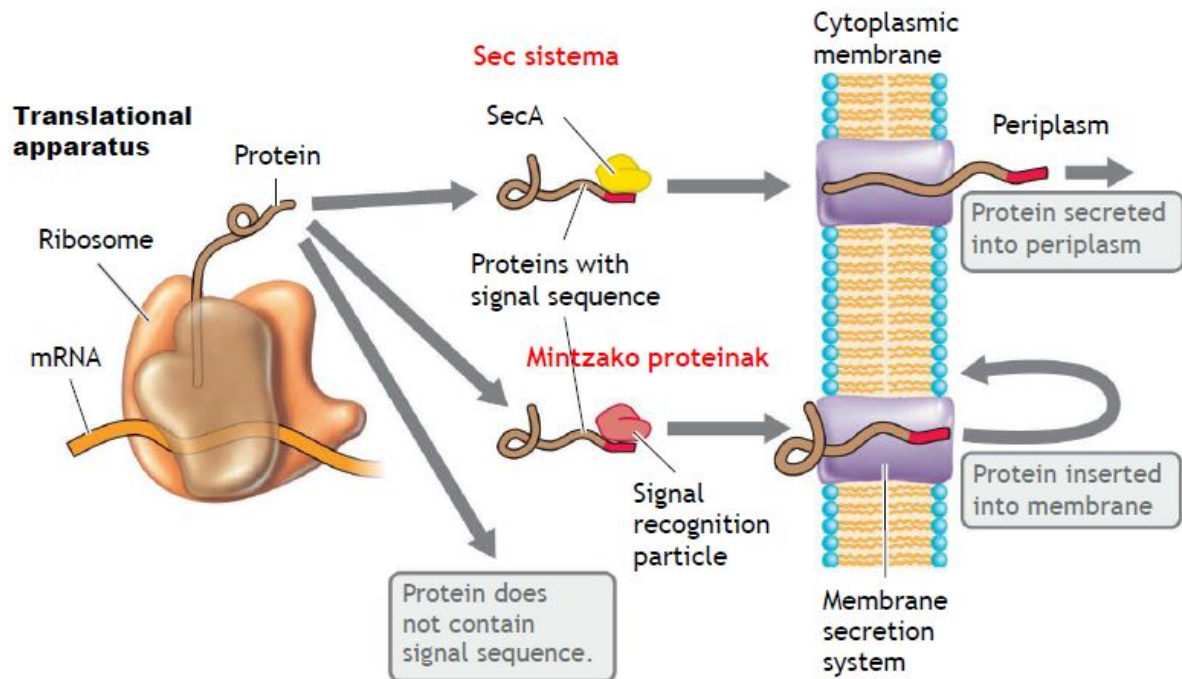
- Sinporrea: bi molekula desberdin norantza berdinean



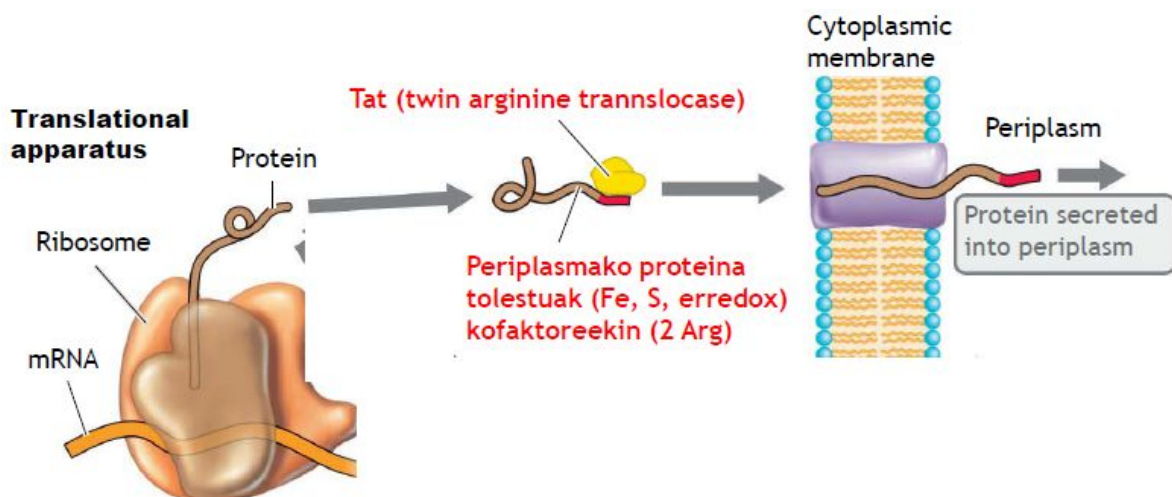
Naturan elikagai gehienak makromolekulak dira, hori dela eta, zelulen entzima extrazelularren eta ektoentzimen jardura beharrezkoa da, makromolekula horien degradazioa emateko eta makromolekula horiek monomero bihurtzeko. Baina horretarako beharrezkoa da entzimak zitoplasmatik zelulatik kanpora jariatzea beharrezkoa da, prozesu hori proteinen translokazioa esaten zaio. Hau translokasa desberdinen bidez egiten da eta 5 bide ezagutzen dira, I, II, III, IV eta V. II eta V sistemak Sec sistemaren menpe daudela aipatu behar da, hori dela eta lehenik eta behin Sec sistema azalduko dugu.

SEC SISTEMA:

Makinaria honek proteinak jariatzen ditu mintz plasmatikokoan zehar, edo mintz plasmatikokoan geratu behar diren proteinak bertan txertatzen ditu. Bide honetatik garraiatu behar diren proteinak seinale sekuentzia bat dute amino muturrean, horri seinale peptido deritzen, eta hori dutenei preproteina deritze. Sec sistemak seinale hori irakurtzean proteina berezi batzuk batzen zaizkio, horien artean txaperorinak, garraiorako egokia den tolesketa gertatzeko. Ondoren, hainbat proteinek kanal bat osatzen dute eta bertatik proteina igarotzen da. SecA proteinak motore moduan jokatzen du, ATParen hidrolisia burutuz energia lortzeko.

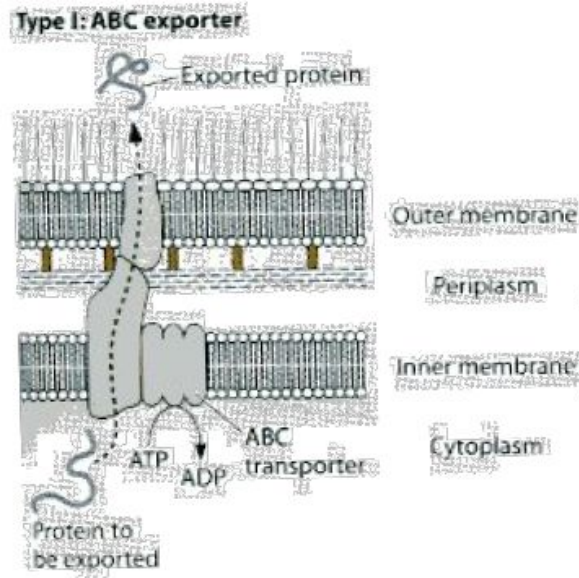


Aipatzekoa da ere Tat sistemak mintz plasmikoan zeharreko proteinen jariatzea egin dezakeela, eta proteina horiek tolestuta joaten dira.



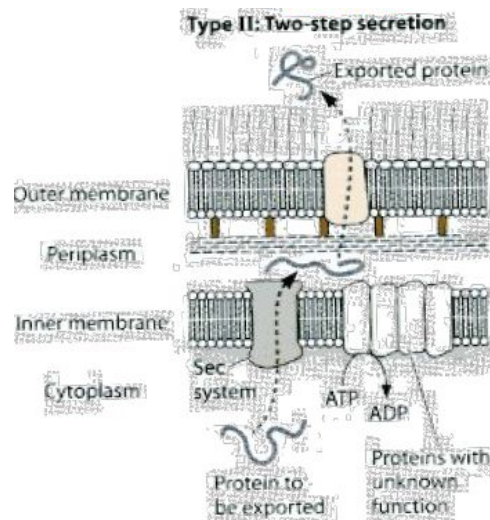
ABC MAKINARIA (I motako bidea):

Sintetizaturiko proteinak translokaziorako seinale bat du, seinale honek ABC sistemara joateko aginduko du. ABC makinariak mintz plasmatikoa, periplasman eta kanpo mintzean egin dezake lan; eta proteinak pausu bakar batean garraiatzeko gai dira.



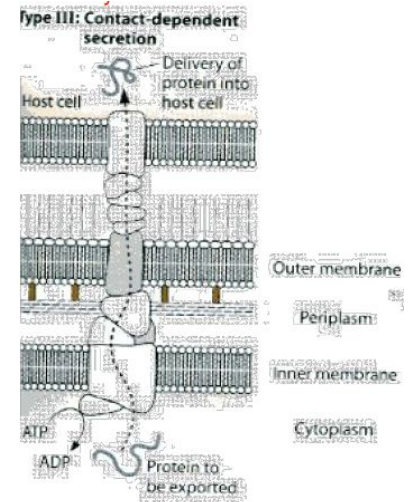
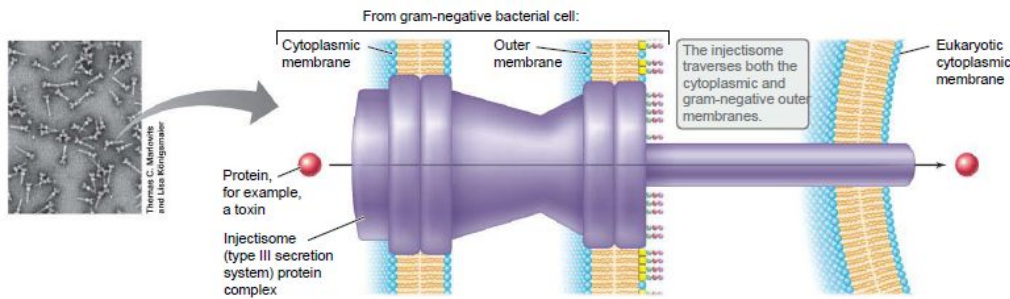
II MOTAKO BIDEA (SEC sistemaren menpekoa)

Sistema hori osatzen duten proteina gehienak kanpo mintzen kokatzen dira, hala ere badaude batzuk mintz plasmatikoa, haien funtzioa ondo ezagutzen ez dena baina kanpo mintzeko garraioan laguntzen dutenak. Esan bezala, lehenik eta behin Sec sistemak proteinak garraiatzen ditu periplasmara eta ondoren II bideko sistemak egiten du lana.



III. MOTAKO BIDEA (INYEKTISOMA)

Sistema honek hainbat motatako proteinak garraiatzen ditu; jariaketa erregulatu dituzten proteinak, sistema bera osatzen duten proteinak edota proteinen txertaketan parte hartzen duten proteinak. Egiturari dagokionez oso konplexua da, mintz plasmatikotik hasi eta zelula kanporaino heltzen den kanala eratzen dute hainbat proteinek; inyecktisoma ere deitzen zaio sistema honi, egiturak duen xiringa itxuragatik.

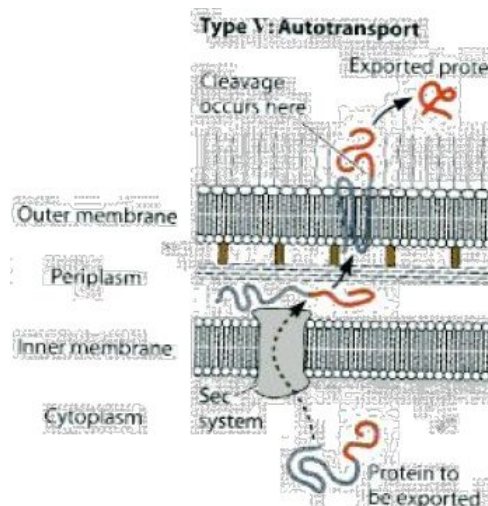


IV. MOTAKO BIDEA:

III. motako garraioaren antzekoa da, baina berezitasun bat dute, sistema honek bi bakterio arteko konjugaziorako DNAREN tranferentzia burutzen du.

V. MOTAKO BIDEA:

Hauk ere Sec sistemaren menpekoak dira. Kanpo mintzean zeharreko garraioa emateko proteinak berak eratzen du kanala, proteina horretan 2 eremu bereizten dira: mintzean geratuko dena eta kanpora jariatuko dena, hauen bereizketa peptidasa batek egiten du. Esan bezala, proteinak bere burua garraiatuko du, hori dela eta autotransferasa ere esaten zaio.



PROKARIOTOEN PROTOPLASMA

Prokariotoen protoplasma mintz plasmatikoz inguraturiko barrunbea da, non 2 egitura garrantzitsu auritzen diren, zitoplasma eta nukleoa.

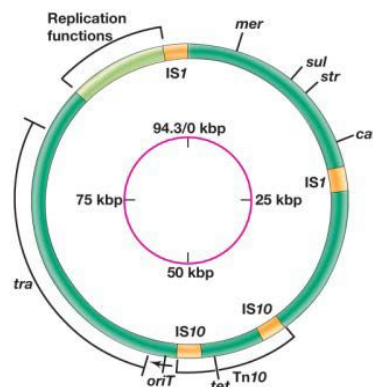
OSAGAIAK:

- Ezinbestekoak: Erribosomak, zitosola eta nukleoida.
- Ez-beharrezkoak: Zitoplasmako patikuluak (gas ziskuak, klorosomak, tilakoideak, magnetosomak, karboxisomak...)

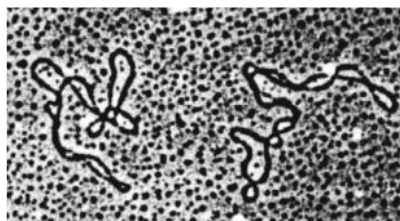
MATERIAL GENETIKOA: Nukleoida eta plasmidoak

Material genetikoak kromosoma eta plasmidotan bana dezakegu. Kromosoman (genoforoa) dagoen material genetikoak, bizitzeko ezinbestekoa duen informazioa eramango da, hala ere, ezinbestekoa dena ere eramane dezake.

Plasmidotan berriz, bizitzeko ezinbestekoa ez duen elementu genetikoak izango dira. Plasmidoak DNA bi kate zirkular diren eta prokariotoetan oso ohikoak diren egiturak dira, hala ere batzuk linealak izan daitezke.



Kromosomatik kanpo daudenez, independenteki erreplikatu dira (salbuespena: episomak, kromosoman sartua eta batera erreplikatu dira) eta material genetikoaren %5a osatzen dute. Plasmido batzuk konjugatiboak dira, hauek beste bakterio baten zitoplasmara joateko gai dira, konjugazio bidez. Funtzioen artean antibiotikoen ekoizpena, antibiotikoekiko eta metalekiko erresistentzia ematea, konjugazioa, birulentzia, gaitasun entzimatikoa bermatzea eta toxinen, proteinen... ekoizpenerako gaitasuna ematea aurki ditzakegu. Horietaz gain, birusen genoma, organosken genomak eta elementu transponigarriak aurki ditzakegu.



KROMOSOMEN ANTOLAKETA

Ezaugarriak:	PROKARIOTOAK	Salbuespenak:	EUKARIOTOAK
Zenbat	1*	espezie batzuk 1< (Rhodobacter sphaeroides halobacterium)	2<
Molekula mota	Kate bikoitzeko DNA zirkularra*	batzuk lineala (Borrelia burgdorferi, Streptomyces coelicolor)	Kate bikoitzeko DNA lineala
Beste molekula batzuk	RNA, proteina gutxi, ioiak eta poliaminak*	Arkeoetan histonak bezaako proteinak	Histonak
Informazio genetikoa	Gene osoak eta operonak	Geneen %88ak proteinak kodetu, gizakietan %3	Gene zatituak (intron+exona), operonik ez
Antolaketa zelularra	Nukleoidea, mintzik gabea	Planktomizetoak (DNA mintz bikoitzdun egitura baten barnean)	Nukleoa

PROKARIOTOEN NUKLEOIDEA

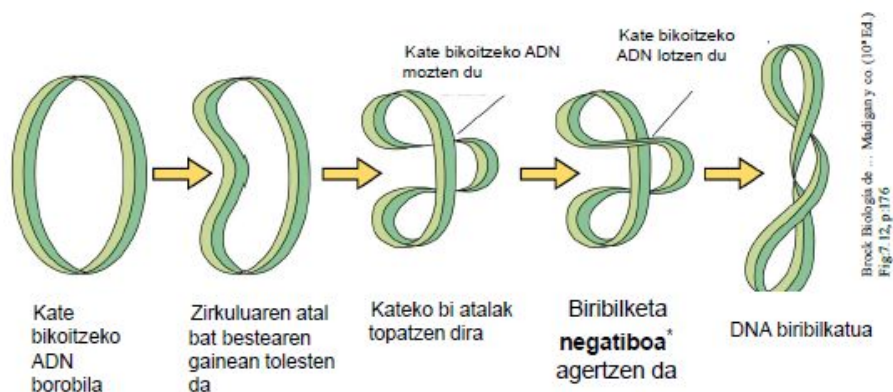
DNA kromosomikko tolestuaz eratutako egitura da, gel dentsoa eta egiturarik gabekoa.

- Egitura:

Kromosoma tolestua eta birilkatua dago, DNA paketatzeke helburuarekin. Biribilketak hainbat arazo eman ditzake:

DNA-ren fosfato taldeak karga elektriko negatiboa ematen diote, eta horiek neutralizatu egin behar dira. Horretarako Bacteria domeinuan poliaminak (espermina, espermidina) M⁺ ioiak edota pisu molekular txikiko proteina basikoak dituzte. Archea domeinuan berriz, eukariotoen histonak bezalako proteinak dituzte.

DNAREN kiribilketa gauzatzen du DNA girasak (topoisomerasa II):



DNA-TIK PROTEINEN SINTESIA:

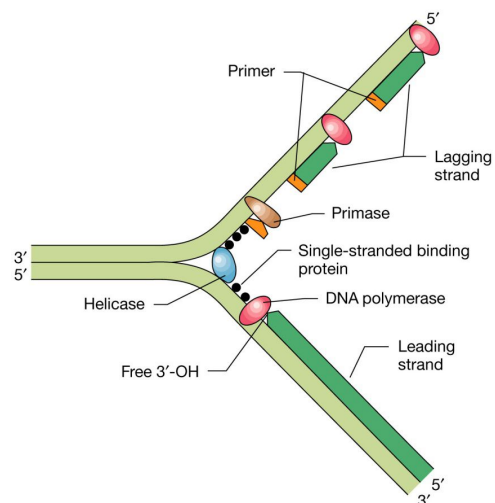
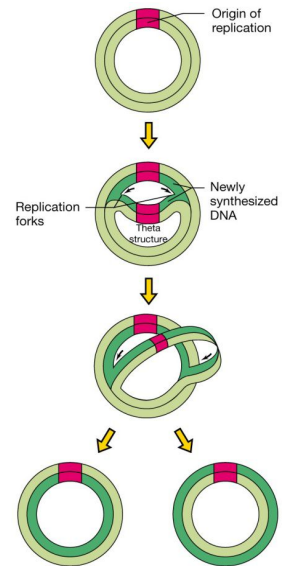
DNAtik abiatuta proteinen sintesia ematen da, horretarako DNA-ren erreplikapena ematen da, DNA polimerasaren bidez. Ondoren, RNARA transkribatzen da, prozesu horri transkripzioa esaten zaio eta RNA polimerasak gauzatzen du. Amaitzeko, RNAtik proteinen sintesia gauzatzen da, itzulpenean, hori erribosometan gertatzen da eta hainbat RNA motak hartzen dute parte, horien artean tRNA, mRNA.

- DNAREN ERREPLIKAZIO BAKTERIOETAN:

Bakterioengan erreplikazioa eukariotoetan gertatzen denaren desberdina da. Prozesu erdikontserbakorra esaten zaio, harizpi bakoitzaren kopiak egiten baitira, beraz, molekula berriak kate berri bat eta zahar bat izango ditu. DNA zirkularrean, erreplikazio gertatzeko urkilak eratzen dira, eta hauek bi norantzetan mugitzen dira DNA erreplikatur. DNAREN ERREPLIKAZIOAN PARTE HARTZEN DUTEN PROTEINA MULTZOARI ERREPLISOMA DERITZO, ADIBIDEZ, DNA polimerasa III, DNA helikasa, DNA primasa eta DNA primasa aurkitzen ditugu. DNAREN ERREPLIKAZIOA ERREPLIKAZIOAREN ABIAPUNTU DERITZON LEKUAN HASTEN DA, bertan urkila bat sortzen da eta DNA erreplikatzeko doan heinean, urkila mugitzen joaten da. E.colik 3 DNA polimerasa ditu, baina DNA polimerasa III da urkilean kokatzen den entzima nagusia. Bi harizpiak banatuta, helikasa proteina kokatzen da, harizpi bakunak egonkortuz, berriz ez lotzeko. Ondoren, DNA III polimerasak nukleotidoak gehitzen ditu 5'-3' norantzean, baina prozesua hasteko primer bat behar du, normalean RNA kate motz bat izaten dena. RNA kate hori primasak polimerizatzen du. Sintesia norantza horretan ematen denez, kate gidari bat egongo da, (5'-3') non erreplikazioa modu jarraituan ematen den; eta kate atzeratu bat (3'-5') sintesia modu etenean gertatzen delarik, prozesu horretan okazaki zatiak eratzen dira eta ondoren DNA zati horiek lotu egiten dira. DNA polimerasa I-ek, RNA abiarazleak kentzen ditu eta bere ordean DNA ezarri, azkenean, DNA ligasak azken fofodiester lotura eratzen du.

DNA polimerasa II-k ez du hartzen parte E.coliren erreplikazioan zehar, baina arkeo eta eukariotoetan oso garrantzitsua da.

Erreplikazioan zehar akatsen bat geratuz gero, DNA polimerasa III-k horiek zuzentzeko gaitasuna du, nukleasa aktibitatea baitu, beraz, nukleotido bat oker jarrita badago, hau kentzeko gai da eta egokia dena jartzeko ere.

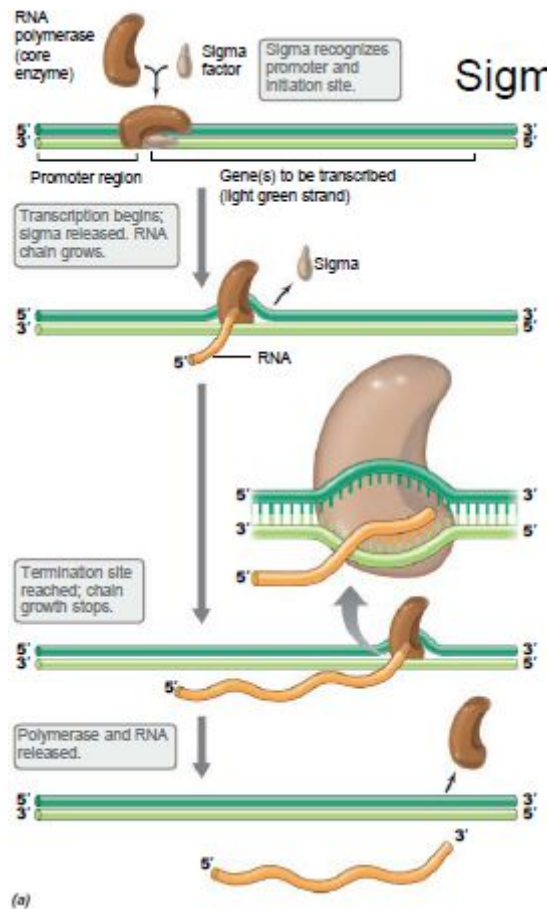


- DNAREN transkripzioa bakterioetan:

DNAtik RNArako informazio genetikoaren transkripzioa RNA polimerasak egiten du. Erriboukleotidoen arteko fosfodiester-loturen eraketa eraten du, DNA kate bakar bat molde gisa erabiliz. DNAREN sintesian bezala, 5'-3' norantzan ematen da transkripzioa, baina RNA polimerasak kateak has ditzake. RNAREN lehen basea, ia beti, purina bat izaten da (adenina, guanina)

RNA polimerasa entzima hainbat konplexuz eraturik dago, konplexu hauek estuki lotuta daude, sigma faktorea izan ezik, hau erraz disozia daiteke. Hori dela eta, estuki loturik dauden beste konplexu horiek entzimaren muina eraten dute. Entzima-muinaren lana RNA sintetizatzea da, eta sigma berriz egokia den DNAREN gunea ezagutzea.

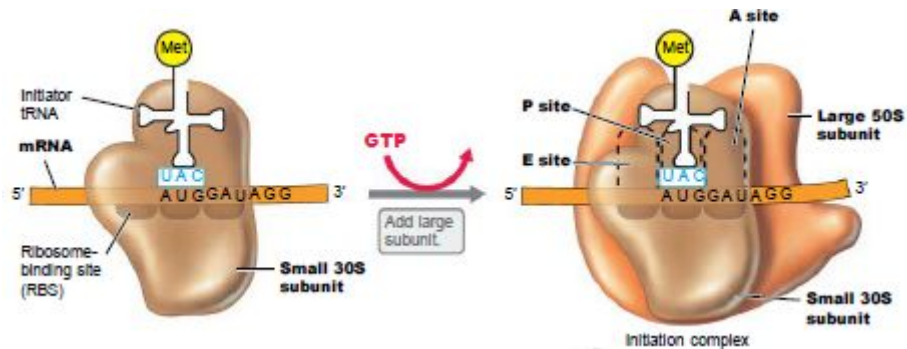
RNA kate bat sintetizatzen ongi hasi dadin, promotore bat behar da, hau DNAREN sekuentzia zehatz bat izango da. RNA polimerasa promoteari lotzen da eta mugitzen doan heinean, irekitako DNA kateak ixten joaten dira, entzimaren atzetik. RNA zati txiki bat eratu denean sigma faktorea askatu egiten da, beraz, RNAREN sintesian RNA polimerasako entzima-muinak burutzen duela esan dezakegu. Transkripzioaren amaiera ere DNA sekuentzi batek zehaztuko du. Gainera aipatu beharra dago transkripzioa ez dela DNA osoa erabiltzen, askotan gene bakarreko zatiak bakarrik transkribatzen dira.



- Itzulpena: proteinen sintesi prozesua

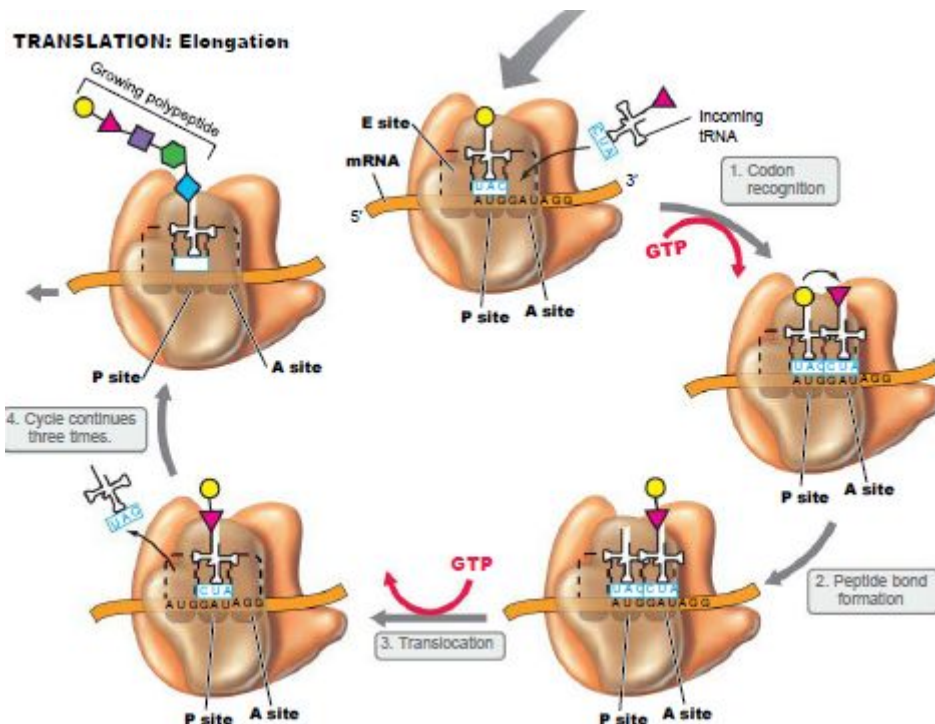
Hasiera:

Proteinen sintesia beti hasten da 30S azpiunitatean, bertan, hasiera-konplexua eratzen da RNAm, formilmetionina, RNAt eta hasiera faktoreak elkartuz. Konplexu hori eratzeko GTParen beharra dago. Hasiera konplexuari 50S azpiunitatea gehitzen zaio, horrela 70S erribosoma aktiboa eratuz. Proteinen sintesia aminoazil-RNAt abiarazle berezi batek hasten du, abiarazle hori hasiera-kodoiari batzen zaio, AUG. Bakterioetan formil metionina RNAt izaten da abiarazlea (arkeo eta eukarioetan metionina), amaieran, abiarazle hori ezabatua izaten da proteasa baten bidez.



Elongazioa:

50S azpiunitateak 2 eremu ditu, A gunea, aminoazido gunea, AA-RNAt lotzen dena; eta P gunea, peptido gunea. Lehen AA-RNAt P gunean jartzen da; bigarrena berriz, A eremuan kokatzen da. Jarraian bi aminoazidoen arteko lotura eratzen da A eremuko RNAt-an. Lotura peptidiko hori eratzekoan GTP a beharrezkoa da. Ondoren, aminoazidorik gabeko RNAt a askatu egiten da eta bi aminoazidodun RNAt hori P eremura mugitzen da, A eremua hutsik utziz hurrengo aminoazidoarentzat. Hainbat erribosomek aldi berean mezu bera itzultzen dutenean, polisoma izeneko konplexu bat eratzen da, eta polisomako erribosoma bakoitzak kate polipeptido bat eratzen du.



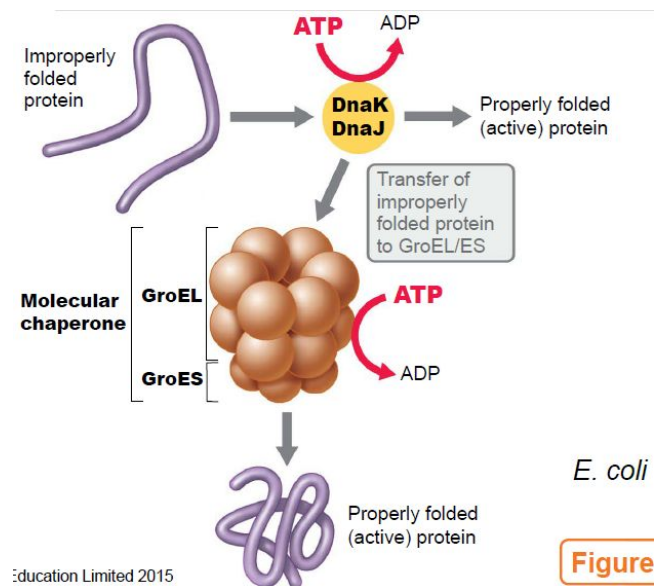
Amaiera:

AA-RNA_t molekularik kodetzen ez duen kodoira heltzean amaitzen da transkripzioa. Hiru amaiera-kodoi daude: UAA, UAG, UGA. Kodoi horietan ez da RNA_t-rik lotzen, izan ere, askatze-faktore deritzen proteina batzuk irakurtzen dituzte eta polipeptidoa RNA_t-tik askatzea eragiten dute. Azkenik, erribosoma aktiboa eratzen zuten bi azpiunitateak askatu egiten dira.

- Proteinen tolestura:

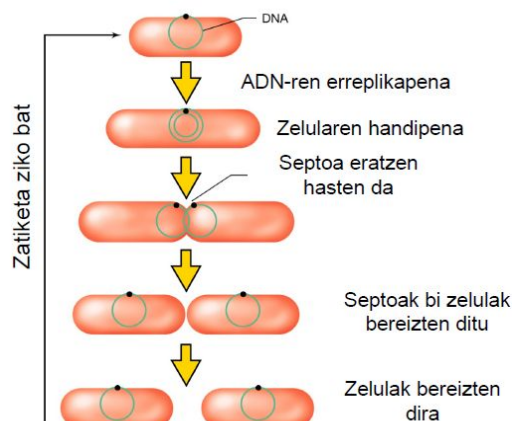
Proteinak ongi tolesteko edo konplexu handiagoak eratzeko beste proteina batzuen laguntza behar dute, hauei txaperoiak deritze. Txaperoiak aminoazidoen sekuentzia oso kontserbatua dute, eta badago mota bat, txaperonina, izaki bizidun guztietan agertzen dena.

Tolestu gabeko, edo gaizki tolestutako proteina, txaperoninaren upel itxurako egituran sartzen da, eta ATPaz baliatuz, behar den bezala tolestuta ateratzen da. Gainera, baldintza txarreatatik desnaturalizatu diren proteinak ere berriro toles ditzake.



BAKTERIOEN ZATIKETA ZELULARRA:

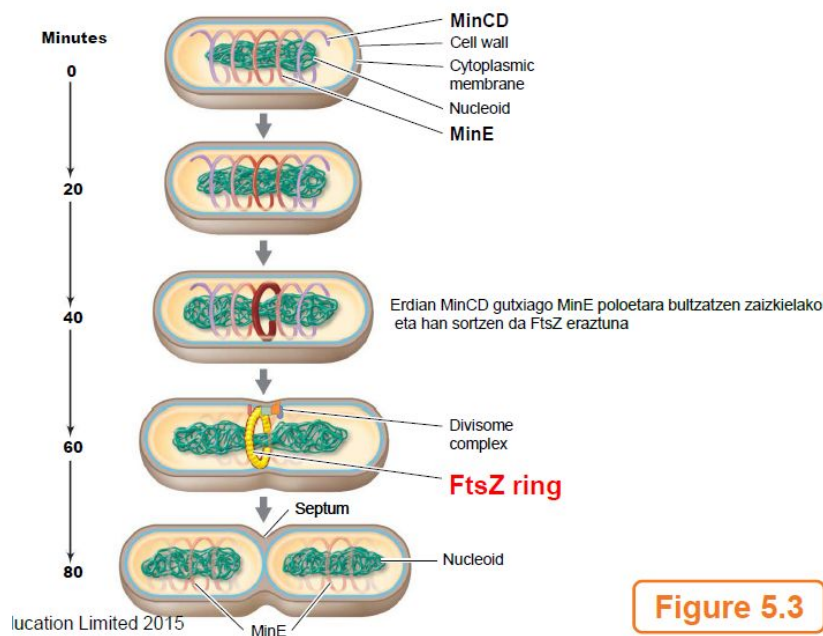
Zelularen zatiketari fisio binario ere esaten zaio, zatiketa zelula aman edo amonan has daiteke, hori dela eta azkarra dela esan dezakegu. Hau da prozesua:



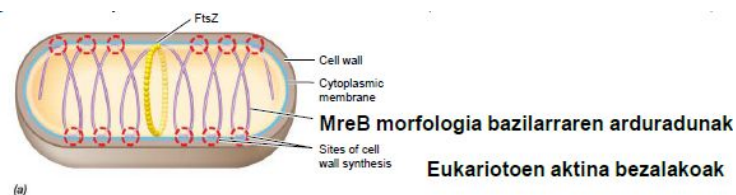
Zatiketa zelularrean Fts (filamentous temperature sensitive) motako proteinak ere hartzen dute parte. Hauek nahiko talde handia dira eta prokarioto guztiengan agertzen dira, baita eukariotoen mitokondrio eta kloroplastoetan ere. hauek eukariotoetako tubulina bezalakoa dira, zitoeskeleto moduko bat osatzen dute. Proteina hauek batera egoten dira, batera egiten baitute lan, eta dibisoma deritzona osatzen dute. Dibisoman honako Fts proteinak duaude:

- FtsA: ATPasa
- ZipA: lotura FtsZ eta mintza lotzen ditu.
- Ftsi: peptioglikanoaren sintesia.
- FtsK: komosomen banalketa. Sortu diren kromosomen mugimenduan eta banaketan dago inplikaturik.

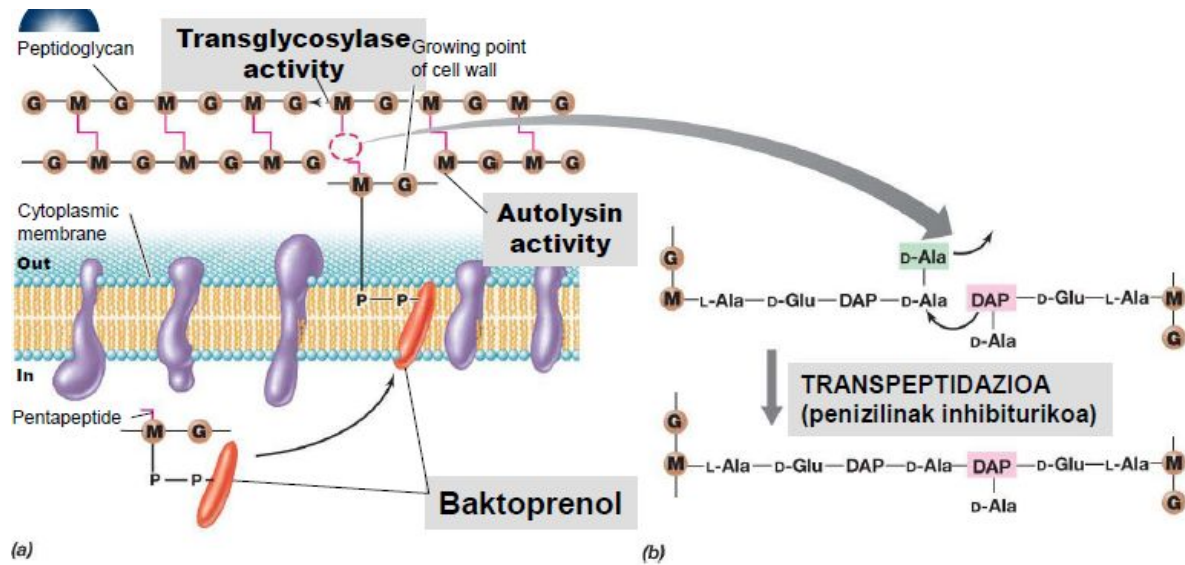
Zelularen zatiketean Min sistemak ere hartzen du parte. Sistema hau 3 proteinaz osaturik dago, MinC, MinD eta MinE. hauen funtzioa Fts eraztuna ondo kokatzea da, zatiketa behar den lekuan gerta dadin.



Bestalde, badaude MreB proteinak ere, eukariotoen aktina bezalakoak direnak eta bakterioen morfologiaz arduratzen direnak. Gainera, kresentina dute prokarioto batzuk, eta zitoeskeletoen keratina bezalakoa da.



PEPTIDOGLIKANOAREN HAZKUNTZA



Baktoprenolak pentapeptido bat garraiatzen du peptidoglikano katera, kate hori irekitzeko autolisina jardura beharrezkoa da. Horien arteko lotura eratzeko, transpeptidazioa gertatzen da.

Transpeptidazioa penizilinak inhibitzen du.

ORGANULUAK

- **Erribosomak**
 - **Definizioa:** proteinen sintesiaren prozesua gauzaten deneko partikula zitoplasmatikoa
 - **Beharrezkoak:** ezinbestekoak
 - **Konposaketa:** rRNA eta proteina erribosomikoz osatuta dago; mRNA-rekin asoziatzen da, proteinen sintesia katalizatzen du.
 - **Egitura:** 70S erribosoma 2 azpiunitatez osatuta dago handia (50S) eta txikia (30S)
 - **Funtzioa:** proteinen sintesia
- **Prokariotoen tilakoidea**
 - **Definizioa:** kloroplastoetako pigmentu fotosintetikoak dituzten mintzezko zakuak dira; disko zapalak dira. Mintzari lotuta
 - **Beharrezkoak:** ez, zianobakterioetan agertzen dira.
 - **Konposaketa:** fotosistemak eta klorofila, fotosintesia burutzeko beharrezkoak diren proteina-konplexuak eta pigmentu berdea dute.
 - **Egitura:** grana izeneko multzotan antolatzen dute.
 - **Funtzioa:** Aparatu fotosintetizatzaileen kokapena

- **Klorosomak edo *Chlorobium*-en besikulak**
 - **Definizioa:** mintz berezi batez inguratutako hodi itxurako egiturak dira, pigmentu fotosintetikoak dituztenak; mintz plasmaticoari lotuta daude zelularen periferian.
 - **Beharrezkoak:** ez, bakterio fotosintetizataile berdeetan agertzen dira
 - **Konposaketa:** batez ere bakterioklorofilaz osatuta daude, karotenoide eta kinona batzuekin; hauek galaktolipidiazko monogerruza (mintz sinplea) batez osatuta daude eta 10 proteina ezberdina daude honi lotuta.
 - **Egitura:** antolaketa laminarra dute; bakterioklorofila kate luzeak karotenoideekin nahastuta daude, multigerruza lipidiko antzeko egitura bat osatuz. Pigmentu fotosintetizatailez osatua.
 - **Funtzioa:** argia xurgatzea; fotosintesia.
 - Kokapena: mintzaren azpian

- **Gasezko besikulak edo gas ziskuak**
 - **Definizioa:** egitura zurrun, zilindroko eta punta konikoa dutenak, bertan gasak gordetzen dituzte.
 - **Beharrezkoak:** ez, zianobakterio, bakterio berde, purpura eta uretan bizi diren bakterio ez fototrofico eta arkeo batzuetan daude. Orokorki, prokarioto urtarretan (arkeo, zianobakteria, bakterio fotosintetizataileak eta kimioorg??)
 - **Konposaketa:** bakuoloaren pareta 2-3nm-ko lodiera duen mintz bakarrez osatuta dago. Zilindroan longitudinalki ildaxkak ageri dira, periodizitate batekin.
 - **Egitura:** 2 proteinek eratzen dute.
 - **Funtzioa:** bakterioen flotagarritasuna baimentzea.
 - **Kokapena:** zitosolean

- **Karboxisomak edo gorputz poliedrikoak**
 - **Definizioa:** RuBisco-dun zelularen inklusio kristalino eta poliedrikoak.
 - **Beharrezkoak:** ez, bakterio kimiolitotrofo, sufre oxidatzaile, bakterio nitrifikatzaile, zianobakterio eta proklorofitoetan agertzen dira. Orokorki, bakterio autotrofoetan
 - **Konposaketa:** mintz ez unitarioz osatuta, RuBisco-dun molekulak oso paketatuta daude egitura kristalinoa osatuz.
 - **Egitura:** gorputz poliedrikoak, proteinaz osaturiko monogerruza batez inguratuta, eta barnealdea pikortsua.
 - **Funtzioa:** RuBisco kantitatea emendatzeko mekanismo bat daukate CO₂ren finkapena azkarrago emateko osmolaritatea aldatu gabe (iragazakaitza da).
 - Kokapena: zitosolean

- **Magnetosomak**
 - **Definizioa:** magnetita (Fe₃O₄) partikulak dira.
 - **Beharrezkoak:** ez, bakterio magnetotaktikoetan agertzen dira (urtarrak). Bakterio urtar mikroaerofilo(oxigenoa kaltegarria da hauentzat) edo derrigorrezko anaerobioetan.
 - **Konposaketa:** fosfolipidoz, proteinaz eta glikoproteinaz osatutako mintz monogerruzatua du.
 - **Egitura:** espeziearen arabera, laukia, laukizuzena edo azikularra da (orratz formakoa).
 - **Funtzioa:** hauek dituzten zelulak dipolo magnetikoak dira eta edozein eremu magnetikoren menpe daude. Ondorioz, zelula urtarrak hondora gidatzen dituzte (O₂ kontzentrazioa txikia den lekuetara). Magnetotaxiarako orientazioa (ez mugimendua, hori flageloak egingo baitu). Orientazioa lortu lurraren erdira joateko eta oxigenotik ihes egiteko, sedimentuetarantz orientatzeko.

- **Erreserba gaiak**

Erreserbagai organikoak (karbonoa metatzeko polimeroak): pikorrak zein bestelako inklusioak izan daitezke. Egitura hauen izaera aldatu egin da organismoen arabera, baina ia beti energia nahiz material estrukturala metatzeko funtzioa izaten dute. Inklusio gehienak minz ez-unitario batez inguratuta agertu ohi dira, inklusioa eta zitoplasma banatzen dituen lipido-geruza batez. *Mintz unitario: geruza dilipidikoa.

1) Erreserbagai organiko ez nitrogenodunak

- Azido poli- β -hidroxibutirikozko inklusioak:
 - **Beharrezkoak:** ez, eubakterioetan (arkeo+bakterio) agertu soilik
 - **Konposaketa:** azido β -hidroxibutiriko unitatez osatutako lipido antzeko konposatuak dira. Baina monomero aldakorra dute.
 - **Egitura:** azidoaren monomeroak ester loturaz elkartuta, *PHB* (polihidroxibutirato) polimero luzeak eratuz: 4-18C bitartean. Polimero hauek elkartuz pikorrak eratzen dira.
- Glukosazko polisakaridoak:
 - Almidoia:
 - **Beharrezkoa:** ez
 - **Konposaketa:** glukosaren polimeroa da
 - **Egitura:** amilosa eta amilopektinaz osatuta dago:
 - amilosa: D-glukosen elkarketa lineala $\alpha(1-4)$ lotuz
 - amilopektina: D-glukosen elkarketa lineala + $\alpha(1-6)$ loturaz glukosa kateen adarkadurak.
 - amilosa kate linealeko 20-30 unitateko amilopektina adarkadura bat egoten da
 - Glukogenoa
 - **Beharrezkoa:** ez
 - **Konposaketa:** $\alpha(1-4)$ lotuz lotutako D-glukosaren polimeroa da.
 - **Egitura:** almidoiaren antzeko da, baina adarkadura gehiagorekin (8-12 unitatero).

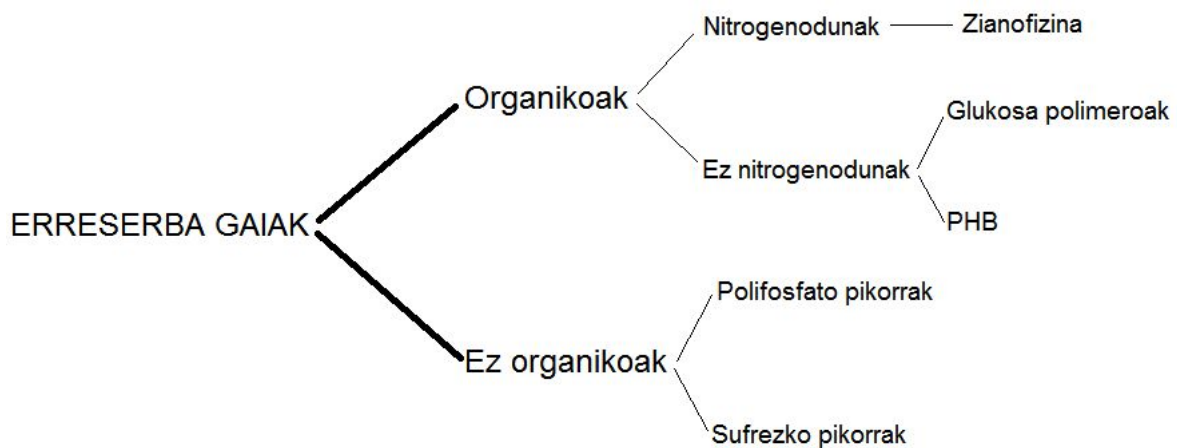
2) **Organiko nitrogenodunak**

- **Zianofizina pikorrak**
 - **Beharrezkoa:** ez, zianobakterioetan agertzen dira.
 - **Konposaketa:** aspartiko eta argininazko kopolimero baten elkarketak dira.
 - **Egitura:** nukleo poliaspartiko bat daukate, bertan albo kateetako karboxilo guztiak L-argininarekin lotuta daude.

Erreserbagai ez-organikoak (bestelako metagaiak eta inklusioak):

- **Polifosfata** (bolutinazko pikorrak, gorpuzkulu metakromatikoak)
 - **Beharrezkoa:** ez, arkeoetan agertzen da.
 - **Konposaketa:** fosforo ez-organikoz osatutako pikorrak dira (polifosfato kinasa arduratzen da biosintesiak).
 - **Egitura:** ziklikoak zein linealak izan daitezke.
- **Sufre elementalezko pikorrak (sufrezko tarteketak)**
 - **Beharrezkoa:** ez. bakterio gorri eta bakterio kimiolitrotofo batzuk.
 - **Konposaketa:** sulfre erreduzituaz osatutako konpoatuak dira.
 - **Egitura:** behar ez direnean pikor moduan mantenduko dira baina behar direnean oxidatu egingo dira pikorrak desagertuz.

MINTZ UNITARIOZ INGURATURIKO ORGANULUAK (DILIPIDIKOA)	MINTZ SINPLEZ INGURATURIKOAK	MINTZEZ EZ INGURATURIKOAK
Tilakoideak	Gas ziskuak	Beste erreserba gaiak
	Magnetosomak	
	Karboxisomak	
	Klorosomak	
	Glukanoa	
	Poli-beta-hidroxibutiratoa	



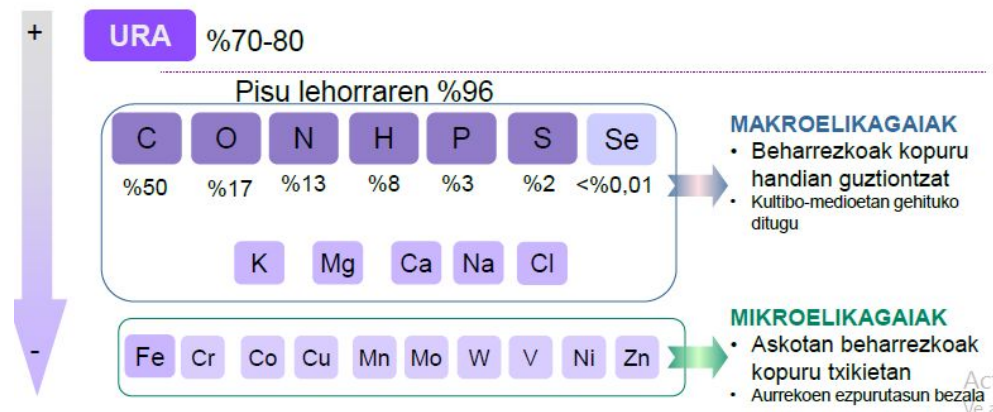
ELIKADURA ETA METABOLISMOA

Elikagaien eta energiaren beharra elikadura, mugimendua, zelularen egituraren mantentzea, hazkuntza, ingurune aldaketei erantzutea... burutzeko.

Zertarako aztertzen dugu metabolismoa?

- Ingurune naturaletako mikroorganismoen hedapena eta funtzioa ulertzeko
- Mikroorganismoak kultibatzeke metodoak garatzeko
- Mikroorganismoen hazkuntza kontrolatzen duten mekanismoak garatzeko
- Hazkuntzan zehar sintetizatutako molekula erabilgarri batzuk ekoizteke eta saltzeko

MIKROORGANISMOEN ELIKAPENERAKO FUNTSEZKO OSAGAIK



Elikagaiak, beraz, bi multzotan sailka ditzazkegu.

- Makroelikagaiak: kantitate handian dira beharrezkoak, makroelikagai garrantzitsuenen artean karbonoa eta nitrogenoa aurkitzen ditugu, horietaz gain, mikroorganismo guztientzat esentzialak diren konposatuak hauek dira: H, C, N, O, P, S, Se eta baita K, Mg, Ca, Na, Cl.
- Mikroelikagaiak (oligoelementuak): Makroelikagaiak bezain garrantzitsuak dira, baina kantitate txikian dira beharrezkoak. Hemen, 2 azpitalde aurki ditzazkegu: elementu trazak, normalean, metalak izaten dira, eta hainbat entzimaren egitura parte hartzen dute; eta hazkuntza faktoreak, hauek konposatu organiko txikiak dira, eta zelula batzuek bakarrik behar izaten dituzte, adibidez bitaminak, aminoazidoak, purinak eta pirimidinak aurkitzen dira.

Makromolekuletatik elikatzeke, lehenik eta behin kanpoko liseriketaz baliatuko dira, molekula horiek monomero bihurtuz ektoentzimen edo entzima extrazelularren bidez. Molekula txikiak berriz, erabilera zuzena dute.

1- ELIKA-MAILAK ENERGI ITURRIAREN ARABERA

Bi motatakoak izan daitezke:

- Energia iturria argia bada fototrofoak izango dira.
- Energia konposatu kimikoetatik lortuz gero kimiotrofoak izango dira.

2- ELIKA-MAILAK ELEKTROI EMAILEAREN ARABERA

Elektroi emailea konposatu organiko bat bada, organotrofoak izango dira. Konposatua ez-organikoa bada, litrotofoak.

Orain arteko sailkapena taula honetan behar dezakegu:

	Energia-iturria	Elektroi-emailea
FOTOLITOTROFO Landareak, algak, prokarioto batzuk	Argia	Konposatu EZ-ORGANIKOAK H ₂ O, H ₂ S, S, H ₂ ,
FOTOORGANOTROFO Prokarioto batzuk	Argia	Konposatu ORGANIKOAK
KIMIOLITOTROFO Prokarioto batzuk	Konposatu kimikoak	Konposatu EZ-ORGANIKOAK H ₂ O, H ₂ S, S, H ₂ ,
KIMIOORGANOTROFO Animaliak, protozooak, onddoak, prokarioto gehienak	Konposatu kimikoak	Konposatu ORGANIKOAK

3- ELIKA-MAILAK KARBONO ITURRIAREN ARABERA

Karbono iturriaren arabera, izakiak autotrofoak izan daitezke karbono iturritzat CO₂ bakarrik erabiltzen badute (landareak, algak eta prokariotoak), eta heterotrofoak, CO₂-az gain beste konposatu karbonodun batzuk erabiltzen baditu (animaliak, protozooak, onddoak eta prokariotoak).

Sailkapena taula honetara murriztu dezakegu, hauek baitira naturan ikusten diren dibertsitate metaboliko ohikoenak:

	Energia iturria/elektroi emailea	Karbono iturria
FOTOLITOAUTOTROFO	Argia. Konposatu ez organikoak	CO ₂
FOTOORGANOHETEROTROFO	Argia. Konposatu organikoak	CO ₂ eta beste konposatu karbonodun batzuk
KIMIOLITOAUTOTROFO	Konposatu kimikoak. Konposatu ezorganikoak	CO ₂
KIMIOORGANOHETEROTROFO	Konposatu kimikoak. Konposatu organikoak.	CO ₂ eta beste konposatu karbonodun batzuk

Salbuespena: MIXOTROFOAK; energi iturritzat konposatu ez organikoak erabiltzen dituzte, baina karbono iturria ez da CO₂, konposatu organiko bat baizik. (Kimiolitotrofikoa bezala, baina CO₂ beharrean konposatu organikoetatik atera).

Gainera, aipatu beharra dago elika-maila derrigorrezkoa (fakultatibo) edo aukerazkoa izan daitekeela. *Alcaligenes eutrophus* adibidez, aukerazko kimiolitotrofoa da.

4- ELIKA-MAILAK HAZKUNTZA FAKTOREEN BEHARRAREN ARABERA

Zelularen hazkuntzarako beharrezkoak diren konposatu organikoak, eta zelulak sintetizatu ezin dituenak, hazkuntza-faktoreak deritze (aminoazidoak, purinak eta pirimidinak, bitaminak...)

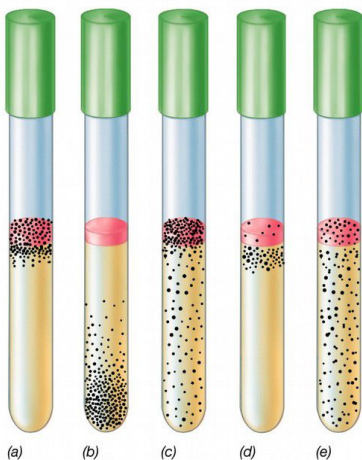
Hazkuntza-faktore horiek ez baditu behar organismoa prototrofoa izango da, eta behar izanez gero, auxotrofoak izango dira.

Auxotrofia zerekiko den adierazten da, adibidez, glutaminarekiko auxotrofoa da mikroorganismoa.

5- OXIGENO MOLEKULARRAREN BEHARRA

Oxigenoaren beharraren arabera 5 talde era ditzakegu:

- Derrigorrezko aerobioak: Oxigeno molekularra ezinbesekoa dute, azken elektroihartzailatzat erabiltzen dutelako (arnasketa aerobikoa)
- Aukerazko anaerobio arruntak: O₂-a dagoenean erabiltzen dute (arnasketa aerobikoa). O₂-rik gabe ez dira hiltzen (hartzidura edo arnasketa anaerobioa). Adibidez, E. coli
- Aukerazko anaerobio aerojasankorrak: ez dute O₂-rik erabiltzen baina ez dira O₂-rekiko sentikorrak (adibidez azido laktikoaren bakterioak).
- Mikroaerofiloak: O₂-a beharrezkoa dute baino oso kontzentrazio txikian. (Hobeto hazi [O₂] < 0,2 atm)
- Derrigorrezko anaerobioak: Ez dute oxigeno molekularrik erabiltzen beraiantzat toxikoa delako.



- a) Derrigorrezko aerobioa
- b) Derrigorrezko anaerobioa
- c) Aukerazko anaerobio arrunta (Ingurune aerobioan eta anaerobikoan hazkuntza gertatzen da; arrunta da oxigenoa dagoen tokian hazkuntza gehiago dagoelako ez dagoen tokian baino)
- d) Mikroaerofiloa: oxigeno kontzentrazio handian ez dago hazkuntzarik, oxigenoa ez dagoen tokian ere ez dago hazkuntzarik, bakarrik hazkuntza oxigeno kantitate txikia dagoen tokian.
- e) Aukerazko anaerobio aerojasangarria: ez zaio axola oxigenoaren kontzentrazioa, berdin sakabanatuta.

Hala ere, badaude oxigeno molekularrekin lotutako arazoak:

Adibidez, oxigeno molekularra toxikoa da; zelularen osagai ezinbestekoak oxidatzeko gai baita eta oso oxidagarriak diren beste molekulen sorrera eragiten du.

Toxikotasun maila kontzentrazioaren menpe dago eta mikroorganismo desberdinek kontzentrazio desberdinak jasaten dituzte. Beraz, organismoek, oxigenoaren forma toxikoak deuseztatzeko entzimak ekoizten dituzte.

Arnasketa aerobikoak adibidez, oxigenoa erabiltzen da azken elektroihartzaila moduan, baina horrek hainbat arrisku dakartza:

$O_2 + e^- \rightarrow O_2^-$ (SUPEROXIDOA). Honi aurre egiteko superoxido dismutasak hurrengo erreakzioa burutzen du:

$O_2^- + e^- + 2H^+ \rightarrow H_2O_2$ (PEROXIDOA). Peroxidoa ezabatzeko katalasa entzima erabiltzen da:

$H_2O_2 + e^- + H^+ \rightarrow H_2O + OH^-$ (HIDROXILO ERRADIKALA) Hau peroxidasa entzimak eraldatzen du:

$OH^- + e^- + H^+ \rightarrow H_2O$

Batura ginez: $O_2 + 4e^- + 4H^+ \rightarrow 2H_2O$

LABORATEGIAN PROKARIOTOEN KULTIBOIA: KULTIBO-MEDIOAK

Osagai desberdinak jartzen dira kultibo medio bakoitzean, zein mikroorganismo haztea nahi dugun arabera:

Adibidean:

$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	6 g
KH_2PO_4	2,4 g
NH_4Cl	1 g
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,5 g
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,01 g
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0,01 g
Ur destilatua	1 L

Inkubazioa: CO_2 labean

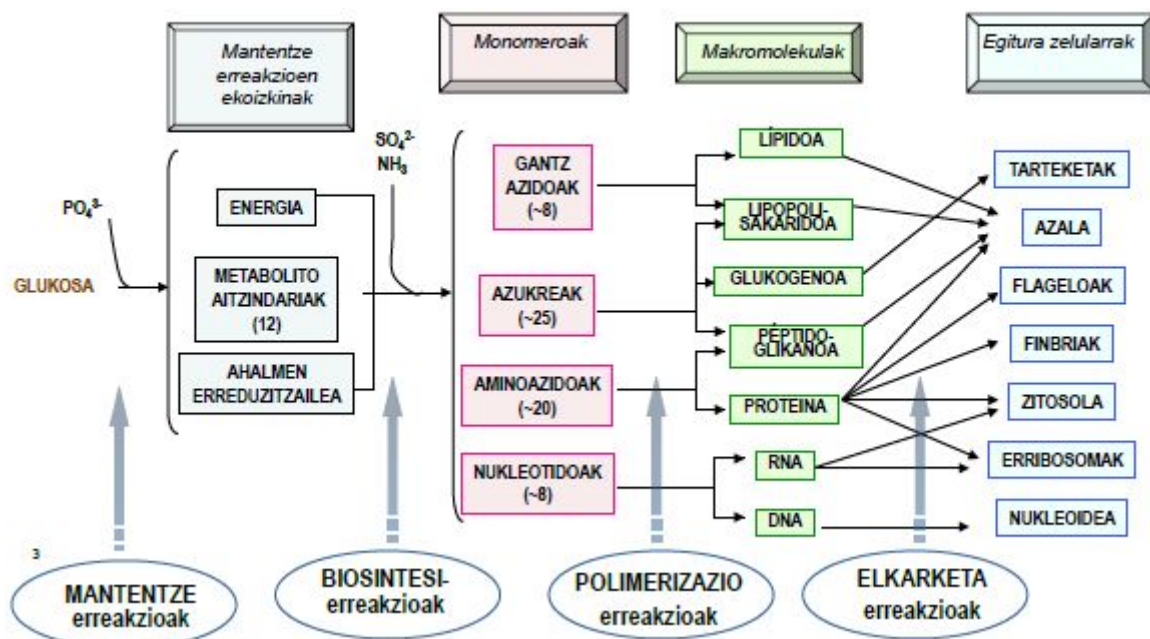
- Sodio fosfatotik, fosfato eta sodioa aterata.
- Potasio fosfatotik, fosfato eta potasioa.
- Amonio klorurotik, nitrogenoa eta kloroa aterako ditu eta amonioa elektroiei ematea izango da.
- Mangesio sulfatotik, magnesioa eta sufrea aterata.
- Burdin klorurotik burdina eta kloroa aterata.
- Kaltzio klorurotik kaltzioa eta kloroa.
- Ur destilatua elektroiei emate bezala erabiliko da eta ura beharrezkoa denez beti.

Faltako litzateke:

- Karbono iturria
- Adibidez mikroorganismo kimioautolitotrofoek (amoniok oxidatzaileak) aerobiosian inkubatu beharko lirateke, eta fotoautolitotrofoek ere oxigenoa behar fotosintesia egiteko.

METABOLISMOA:

Metabolismoa zeluletan gertatzen diren aldaketak kimiko guztiak dira. Aldaketak kimiko guzti hauek zelula berri baten sintesia ekartzen dute.



Mantentze erreakzioak mota askotakoak izan daitezke, beste erreakzio guztiak berriz, oso antzekoak izan ohi dira mikroorganismo guztietan.

Mantentze erreakzio hauek aldatu egiten dira mikroorganismoaren elika motaren arabera (kimioorganotrofia, kimiolitotrofia...). Izan ere, era desberdinetan erabiltzen dituzte ahalmen erreduzitzailea, energia eta metabolito aintzindariak.

Metabolismoaren sailkapen klasikoaren arabera, mantentze erreakzioak katabolismoaren barruan sartuko genituzke, hau da, energia erabilgarria sortzeko gertatzen diren erreakzio kimikoak.

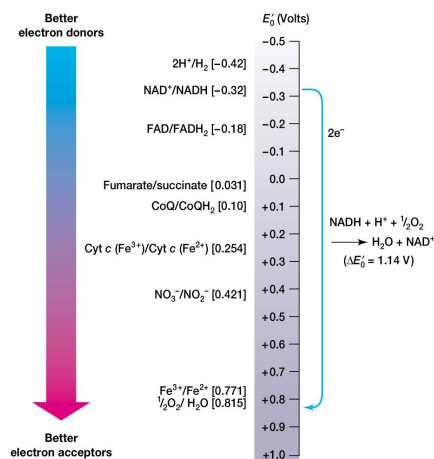
Anabolismoan berriz, katabolismoan sorturiko energia erabiltzen da, zelulan gertatzen diren erreakzio biosintetikoak; hau da, biosintesia, polimerizazioa eta elkarketa erreakzioak burutzeko.

Mantentze erreakzioetan sortzen diren 3 elementu nagusiak hauek dira: Ahalmen erreduzitzailea, energia, eta 12 metabolito aintzindariak.

ERREDOX POTENTZIALA.

Erredox potentzial negatiboa dutenak elektroiei emateko onak izango dira, positiboak berriz, elektroiei harrapatzeko joera izango dute.

Metabolismorako ahalmen erreduzitzailea ezinbestekoa da. Elektroiei garraiatzaileak, zelulan gertatzen diren erredox-erreakzioetan bitartekaritza jokatzeko duten konposatuak dira. Prozesu honetan elektroiei garraiatzaileak erredukzioak eta oxidazioak jasaten ditu.



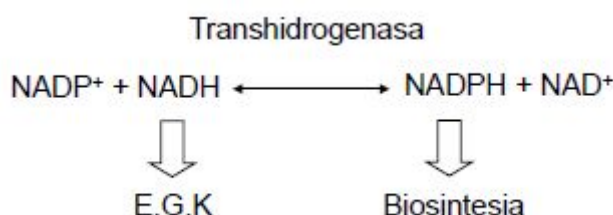
Bi elektroiei garraiatzaile mota daude:

- Disolbagarriak, zitoplasman jokatzeko dutenak
- Mintzeko garraiatzaileak, elektroiei garraio katean kokatzeko dutenak.

Elektroiei garraiatzaile disolbagarrien artean, garrantzitsuenak Nikotinamida- Adenin-Dinukleotidoa (NAD+), Nikotinamida-Adenin-Dinukleotido-Fosfatoa (NADP+) eta Flavin-Adenin-Dinukleotidoa (FAD) dira. Hauek koenzimak dira, eta bi hidrogeno atomo garraiatzen dituzte (2 elektroiei eta 2 protoi).

Entzimei lotuta daudenek, mintzean gertatzen diren elektroiei garraioetan hartzen dute parte. Aske daudenetan berriz, NAD+, NADP+ koenzimak daude, hauek hidrogeno atomoaren garraiatzaileak dira.

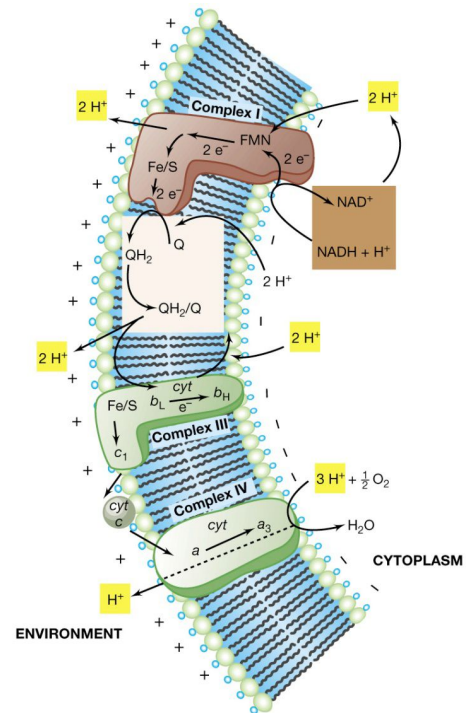
NAD+/NADH bikoteak energia sortzeko erreakzioetan erabiltzen dira (katabolismoa), NADP+/NADPH bikoteak, biosintesi erreakzioetan hartzen dute parte (anabolismoa).



Mikroorganismoek, energia-iturri bat erabiliz, elektroi-emaile batetik abiatuta elektroien garraioa ematen da zelularen mintzeko elektroi garraio katean zehar; garraio horretan erreox erreakzioak gertatzen dira, ondorioz, energia zelularra sortzen dute.

Mintzeko elektroi garraiatzaileen artean, molekula desberdinak agertzen dira:

- NADH deshidrogenasa mintzeko barne zonaldean kokatzen da, NADH + H⁺ da bere emailea eta elektroiak eta protoiak garraiatzen dituzte.
- Flaboproteinak erriboflabinaren deribatua daukate (FMN edo FAD), eta protoiak eta elektroiak garraiatzen dituzte.
- Burdin sulfuro proteinak bakarrik elektroiak garraiatzen dituzte eta protoiak kanporatzen dira.
- Kinonak mintzeko lipido solugarri mugikorak dira, protoiak (zitoplasmatik hartzen dituzte) eta elektroiak garraiatzen dituzte.
- Zitokromoek elektroiak garraiatzen dituzte eta protoiak kanporatzen dituzte.



Energia zelularra sortzeko, mantentze erreakzioetan, energia ez-erabilgarria sortzen den arren, energia erabilgarria ere lortzen da. Energia hori 2 modutan egon daiteke: energia handiko loturadun molekuletan, edo indar protoi-motrizan.

- Indar protoi motriza:

Indar protoi motriza elektroi garraio katean kokatzen da. Mintza protoiekiko iragazgaitza denez, mintzaren zehar gradientea eraten da: protoien, pH-aren eta potentzial elektrikoaren gradienteak. Gradiente honen bidez, energia erabilgarria gordetzen da.

Indar protoi motriz hau garraio aktiborako, flageloen mugimendurako, elektroien alderantzizko garraiorako edo ATParen sorrerarako erabiltzen da.

- Energia handiko loturadun molekula:

Energia handiko loturadun molekula hauek mantentze erreakzioetan sortutako energia harrapatzen dute, eta biosintesian jokatzen duten bitartekariak aktibatzen dituzte.

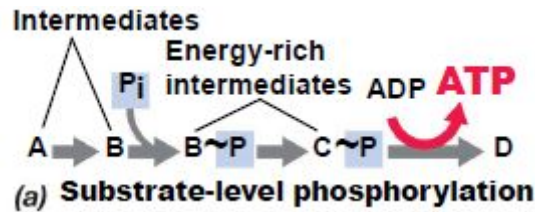
Garrantzitsuenak: ATP, GTP, UTP, CTP, Azil-S-CoA eta PEP dira.

Organismo bizidunek duten energia handiko fosfatodun-konposaturik garrantzitsuenak adenosina trifosfatoa da (ATP). Molekula hau lehen mailako energia-garraiatzailea da. Erreakzio exergonikoen bidez sortzen da eta erreakzio endergonikoak bideratzeko erabiltzen da. ATParen egituraren eskeman, ikus daiteke molekularen hiru fosfato-loturretako bi fosfoaniduroak dirrela, hori dela eta, hidrolizatzean energia aske oso altua dute.

ATP sortzeko mekanismoak bi dira: elektroi garraioaren bidezko fosforilazioa + ATPasa eta substratuaren mailako fosforilazioa.

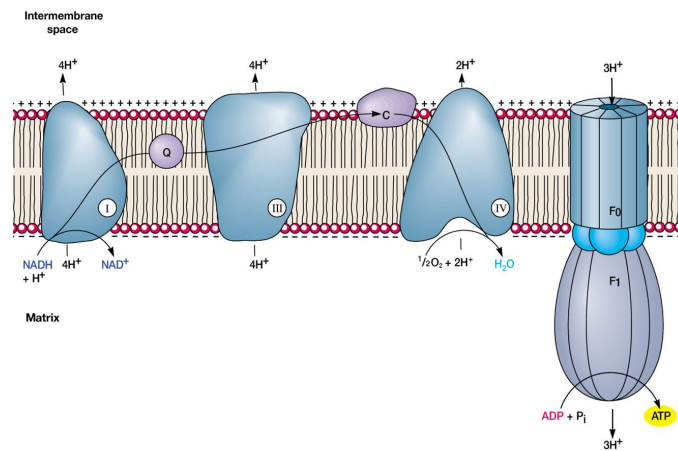
- Sustratu mailako fosforilazioa:

Fosfatodun konposatu batetik abiatuz, fosfatoaren transferentzia gertatzen da ADPra, eta ATPa sortzen da. Hartziduretan ATPa sortzeko mekanismo bakarra hau izango da.



- Elektroi-garraioaren bidezko fosforilazioa+ATPasa.

Elektroi-garraioaren bidezko fosforilazioa arnasketa edo fotosintesia gertatzen denean ematen den mekanismoa da, eta mekanismo hau inportanteena da energia sortzeko. Arnasketa denean, fosforilazio oxidatzaile deitzen zaio, eta fotosintesia denean, fotofosforilazioa. Erreakzio horietan, protoien ponpaketa gertatzen da, ondoren, protoi horiek ATPasa entzimatik igaroko dira eta ATPa sortuko da.



Azkenik, metabolito aitzindariak, mantentze-erreakzioetan sorturiko konposatuak dira, ondoren, biosintesi guztien oinarriak izango direnak.

2 karbono	3 karbono	4 karbono	5 karbono	6 karbono
Azetil-KoA	Glizeraldehido 3-P 3-fosfoglizerato Fosfoenolpirubato Pirubato	Eritrosa 4-P Sukzinil-KoA Oxalazetato	Erribosa 5-P α -zetoglutarato	Glukosa 6-P Fruktosa 6-P

Badago beste garrantzitsu bat, 13.na, Sedoheptulosa 7-P (7 c).

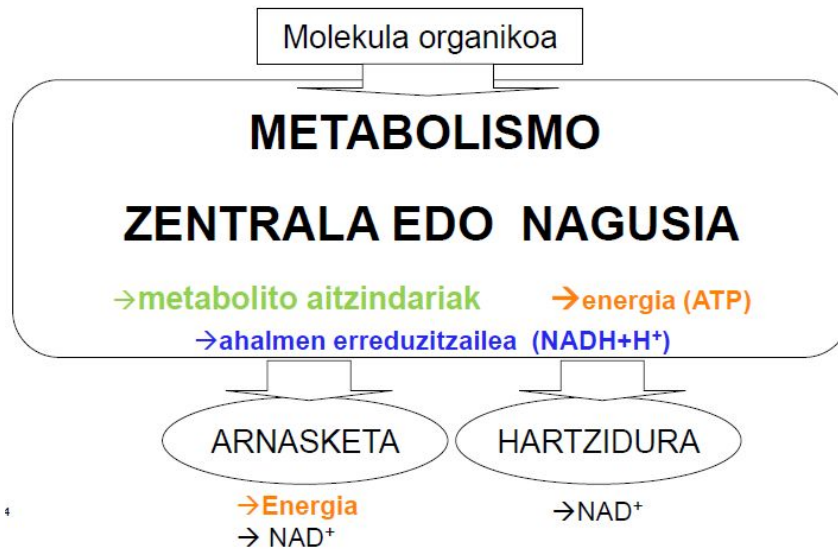
5. GAIA: KIMIOORGANOTROFOAK

1- SARRERA:

Kimioorganotrofoek konposatu kimikoen erreakzioen bidez lortzen dute energia (kimiotrofo) eta konposatu kimikoa organikoa izango da (organotrofo). Konposatu organiko horretatik, adibidez glukosa, beharrezkoak dituzten metabolito aitzindariak (karbono iturria), energia (ATPa) eta ahalmen erreduzitzailea lortuko dituzte, hori metabolismo zentralaren bidez egingo dute.

Hala ere, glukosaren metabolismoan hainbat hondakin ere askatzen dira, adibidez CO₂, azidoak, alkoholak... hori glukosaren oxidazio partziala eman delako da.

Molekula horien katabolismoa arnasketa edo hartxidura bidez ematen da. Arnasketan ATP eta NAD⁺ lortuko dira, eta hartxiduran berriz, NAD⁺.



2- METABOLISMO ZENTRALA:

Esan bezala, metabolismo zentralaren bideen bidez prokarioto kimioorganotrofoek 12 metabolito aitzindariak, energia eta ahalmen erreduzitzailea lortzen dituzte. Bide hauek elkarrekin lotura daude; hau da, metabolito aitzindari batzuk amankomunak dira. Bide hauek itzulgarriak izan daitezke; erreakzioa itzuleniza izan arren, erreakzio anfibolikoak dade.

Bide batzuk daude komunak direnak, hauek mikroorgansimo guztietan gertatzen dira. Beste batzuk bide laguntzaileak edo espezifikoak dira, hauek ezin dituzte denek burutu sustratuak nahiko zehatzak direlako.

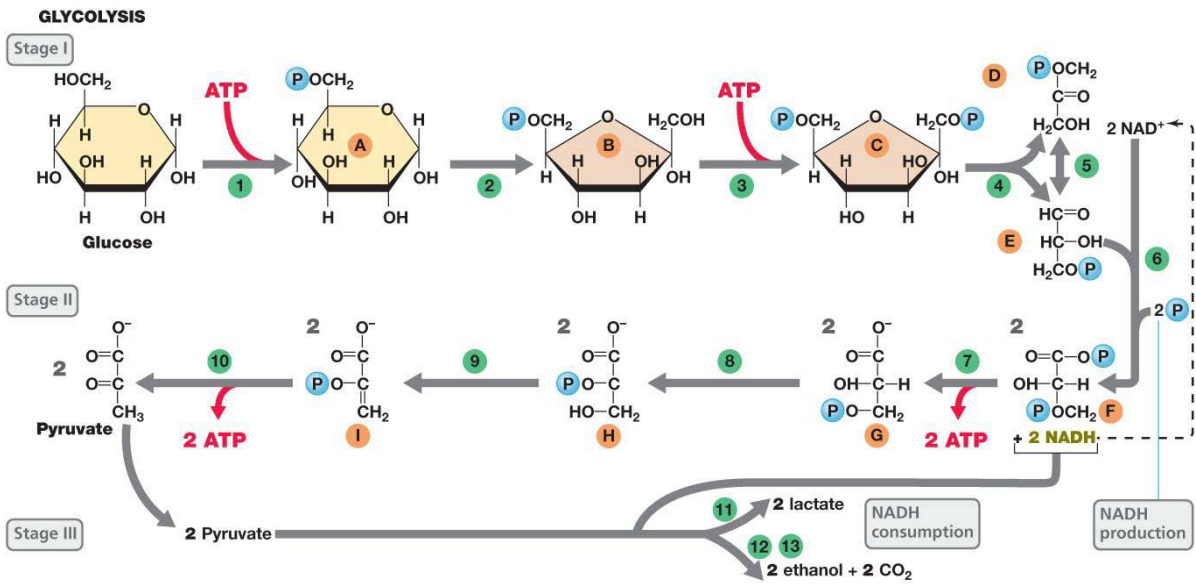


- Bide komunak:

BIDE KOMUNAK	GLIKOLISIA	PENTOSA FOSFATODUNEN BIDEA	PIRUBATOAREN DESKARBOXILAZIO OXIDATZAILEA	KREBS ZIKLOA
ATPA/GLUKOSA	-2+4= 2 ATP	-1 ATP	0	2 ATP
AHALMEN ERREDUZITZAILEA/GLU.	2 NADH+H ⁺	2 NADPH	2 NADH+H ⁺	6 NADH+H ⁺ 2FADH ₂
AITZINDARI METABOLIKOAK	Glukosa 6 P Fruktosa 6 P Glizeraldehi. 3P 3 P Glizerato PEP Pirubato	Erribosa 5 P Sedoheptulosa 7P Eritrosa 4 P Glukosa 6 P Fruktosa 6 P G3P	Azetil-koA	Oxalazetato Sukzinil-koA α-zetoglutarato

2.1- Glukolisia:

Glukosa pirubatoro oxidatzen da, bidean energia, ahalmen erreduzitzaileak eta metabolito aitzindariak lortuz. Zenbait erreakzio itzulgarriak dira (ketabolismo eta anabolismoko parte). 2 fase bereizten dira: 1. fasea glukosaren aktibazioa da, energia gastatuz; 2. fasean 2 ATPa lortzen dira sutratu mailako fosforilazioaren bidez.



GLYCOLYTIC INTERMEDIATES AND ENZYMES

Intermediates

- A** Glucose 6-P
- B** Fructose 6-P
- C** Fructose 1,6-P
- D** Dihydroxyacetone-P
- E** Glyceraldehyde-3-P
- F** 1,3-Bisphosphoglycerate
- G** 3-P-Glycerate
- H** 2-P-Glycerate
- I** Phosphoenolpyruvate

Energetics

Yeast	Glucose → 2 ethanol + 2 CO ₂	-239 kJ
Lactic acid bacteria	Glucose → 2 lactate	-196 kJ

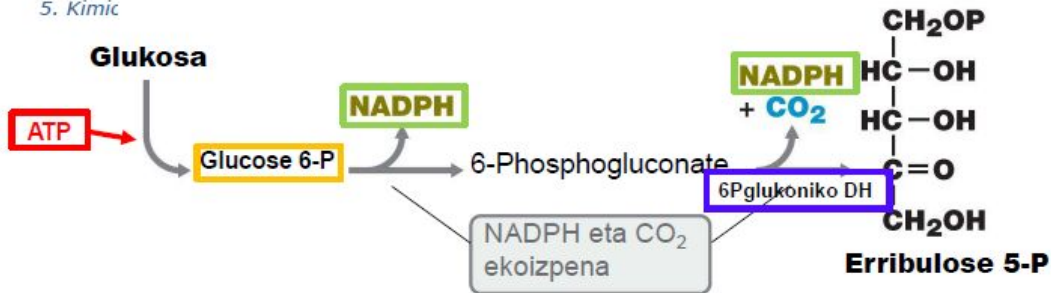
Enzymes

- 1** Hexokinase
- 2** Isomerase
- 3** Phosphofruktokinase
- 4** Aldolase
- 5** Triosephosphate isomerase
- 6** Glyceraldehyde-3-P dehydrogenase
- 7** Phosphoglycerokinase
- 8** Phosphoglyceromutase
- 9** Enolase
- 10** Pyruvate kinase
- 11** Lactate dehydrogenase
- 12** Pyruvate decarboxylase
- 13** Alcohol dehydrogenase

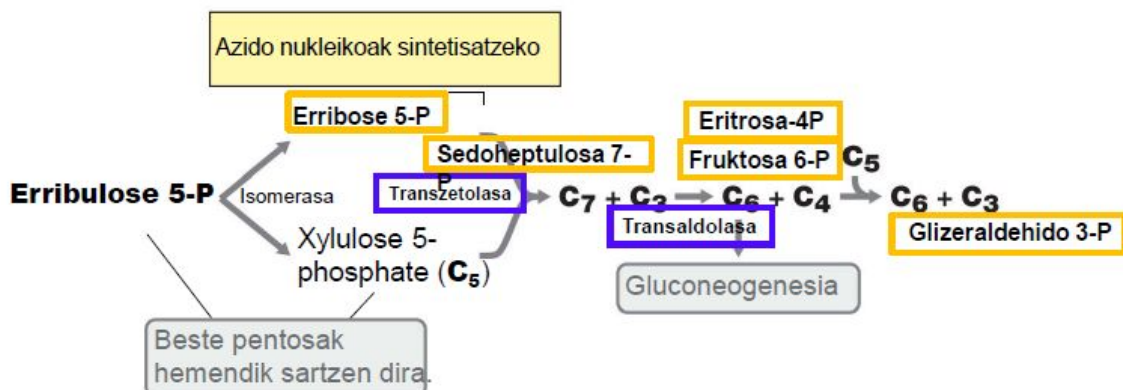
2.2- Pentosa fosfatodunen bidea:

Bide honek glikolisiarekin hainbat molekula ditu komunean. Kasu honetan ATP baten gastua dago, glukosa fosforilatzen dena. Horretaz gain, 2 NADPH lortzen dira.

5. Kimik

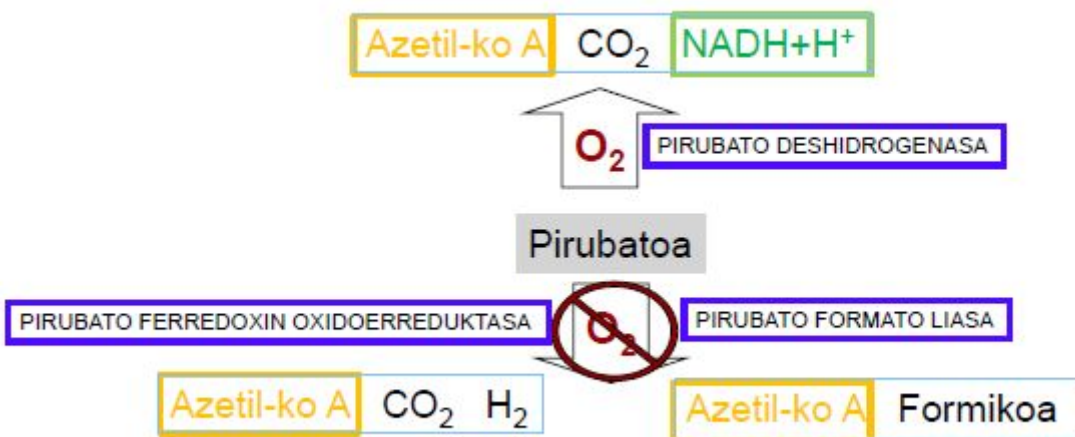


(a)



(b)

2.3- Azetil-koA ren sintesia:

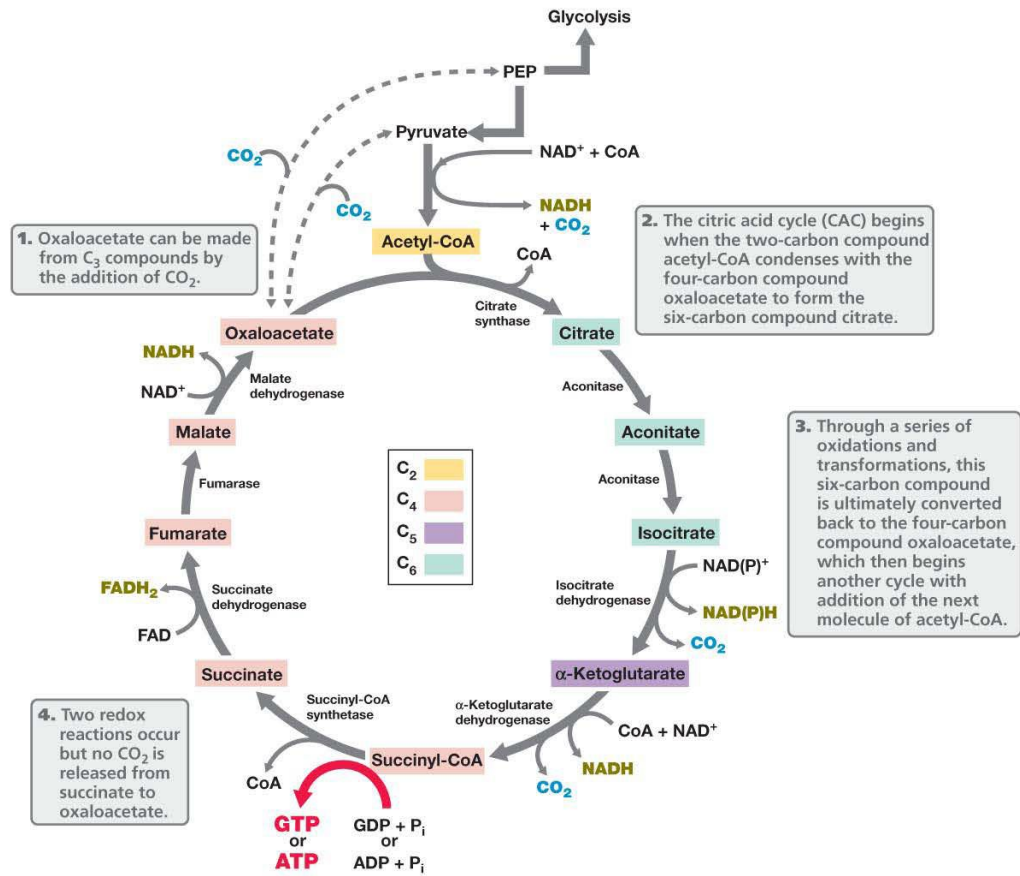


Baldintza anaerobikoetan ez da ahalmen erreduzitzailearen molekularik lortzen, horretaz gain, gas gehiago sortzen dira entzimaren arabera.

2.4- Krebsen zikloa:

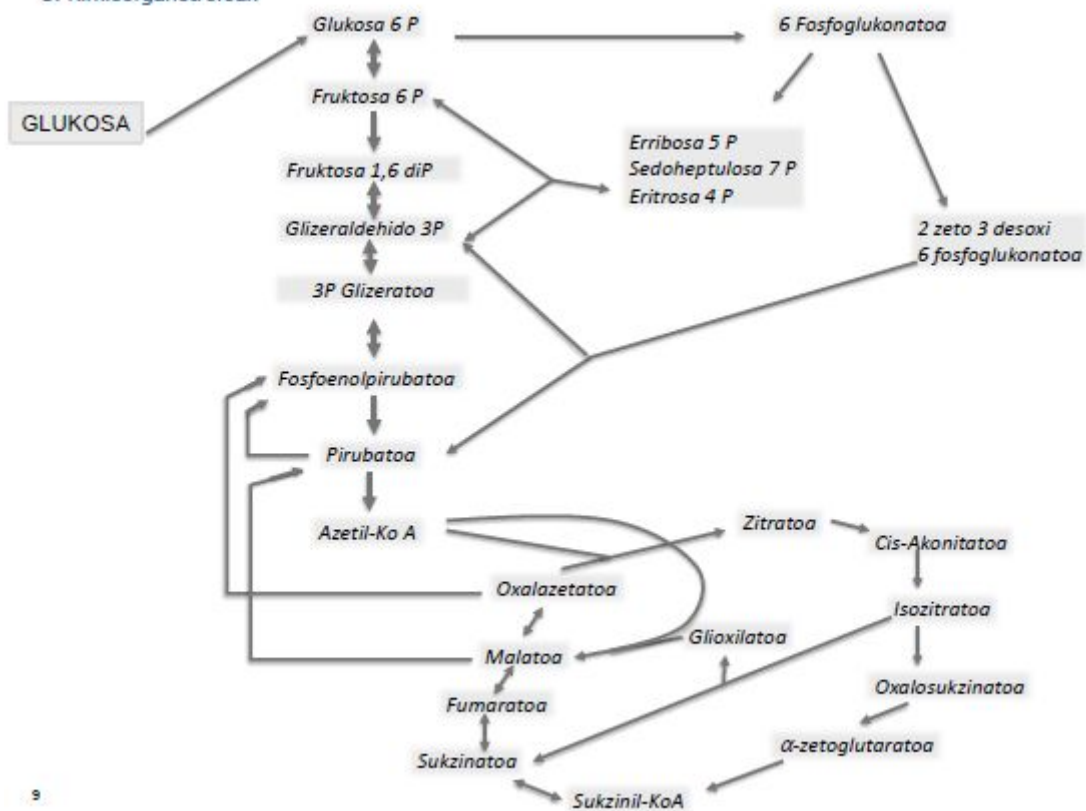
Azetil-koAren oxidazio toala da, aerobiosian, oxigenoik gabe α -zetoglutarato deshidrogenasa inaktibo baitago.

Azetil bakoitzeko GTP (ATP) bat 3NADH eta FADH 1 askatzen dira.



(a) The citric acid cycle

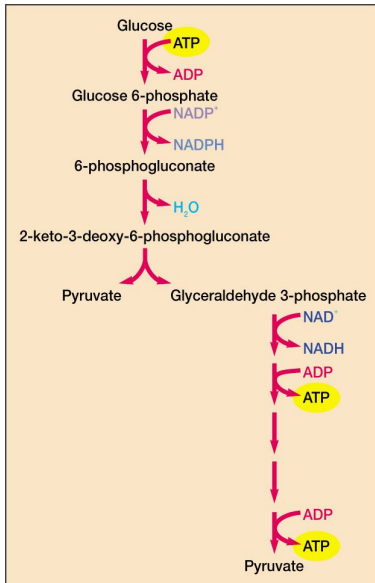
5. Kimioorganotrofoak



Bide laguntzaileak:

2.2.1- Etner-duodoroff bidea:

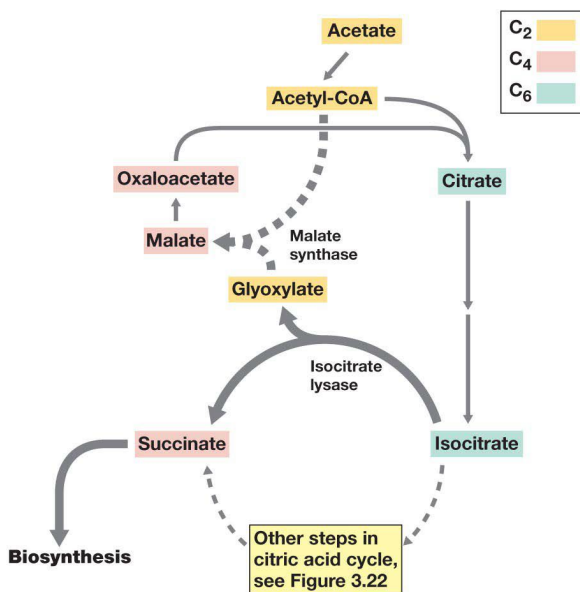
Kimioorganotrofoetan ez oso komuna izan arren, Pseudomonas batzuentzat oso garrantzitsua da bide hau, Glukosarekiko lehia dagoenean, glukosa hori 6 fosfoglukoniko bihurtu dezaketelako, eta hortik abiatuta pirubatoa lortu.



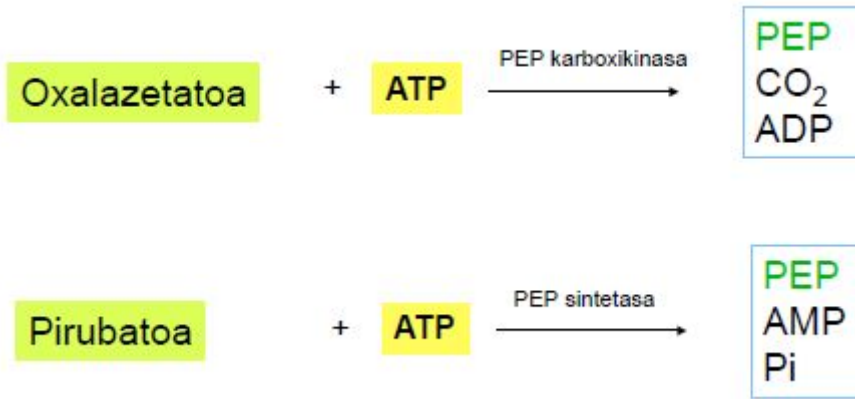
2.2-Erreakzio anaplerotikoak:

Erreakzio anaplerotikoak metabolismo zentralean bideak lotzen dituzten erreakzioak, ingurabideak (Glioxilatoaren zikloa) eta metabolismo zentralean bideen norantza aldatzen dutenak (itzulezinak direnak) dira.

1- Glioxilatoaren zikloa:

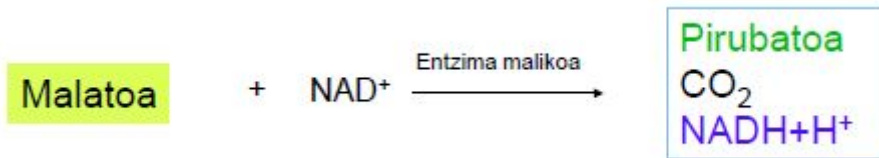


2- Fosfoenolpirubatoaren sintesia:

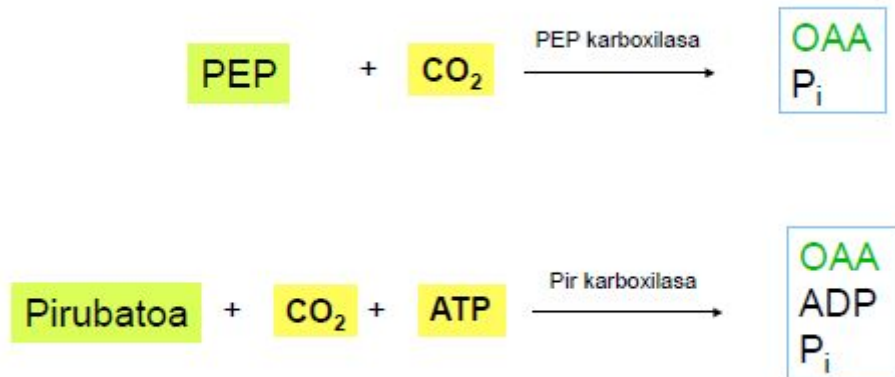


3- Pirubatoaren sintesia:

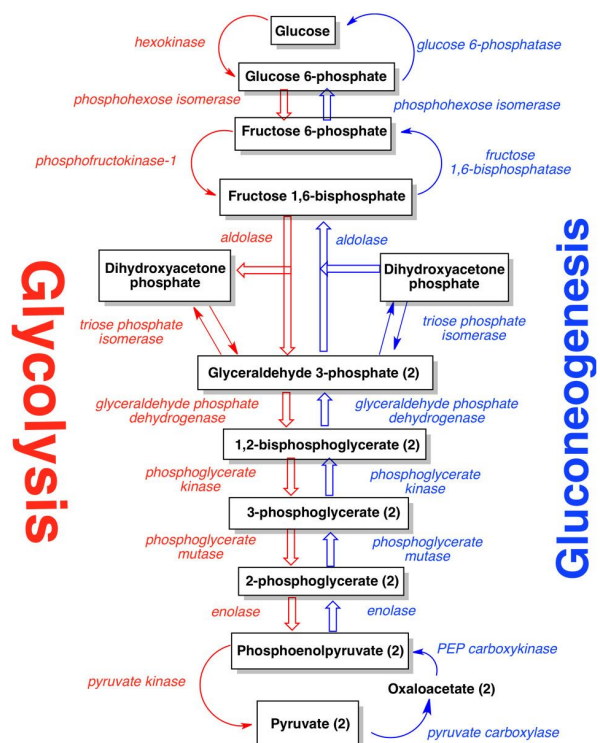
Fruituetan maliko asko dagoenez, erreakzio hau oso interesgarria da



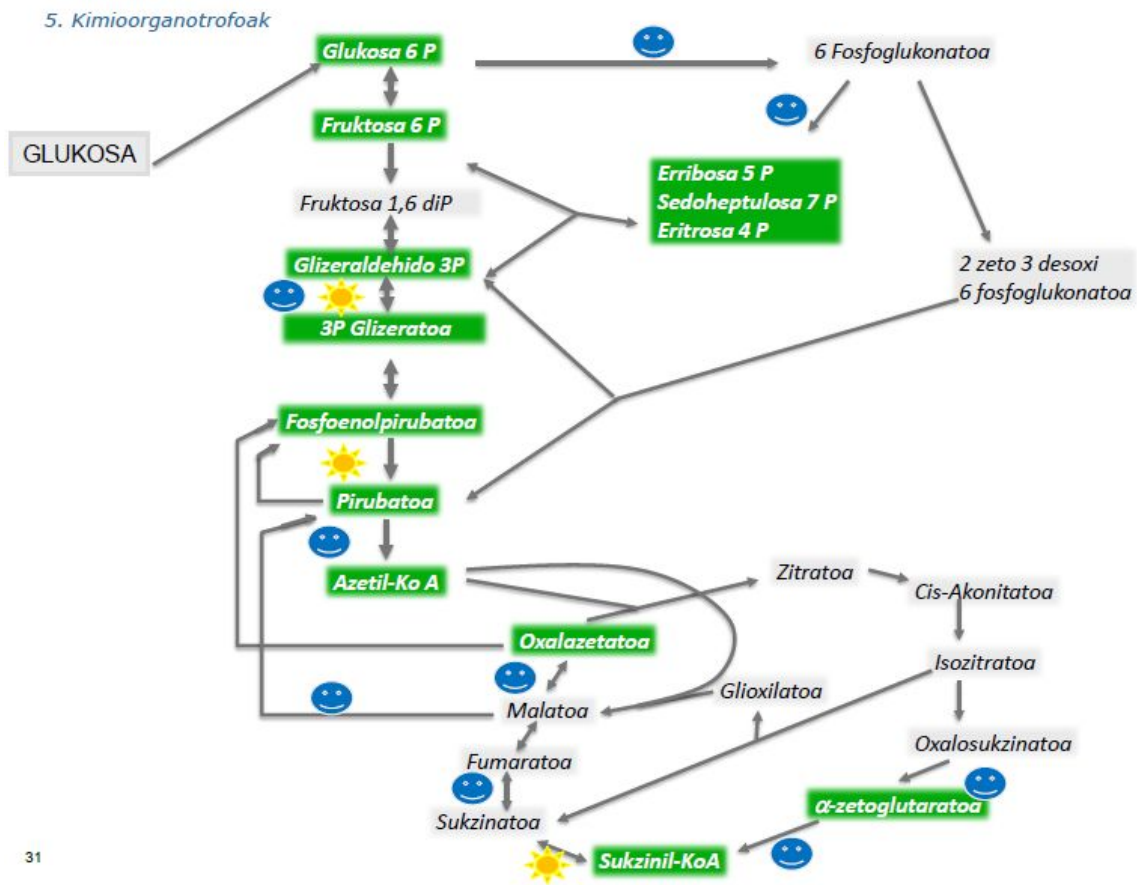
4- Oxalazetatoaren sintesia:



Glukolisiko erreakzio itzulezinei aurre egiteko, beste entzima ezberdin hauek erabiltzen dira:



Erreakzio laguntzaileak laburtuta:



31



Ahalmen erreduzitzailea



Energia

3- ARNASKETA:

Metabolismo zentralaren ondorioz ahalmen erreduzitzailea duten molekula sortzen dira, $\text{NADH}+\text{H}^+$, $\text{NADPH}+\text{H}^+$ eta FADH_2 adibidez. Molekula horietatik abiatuz, mikroorganismoen metabolismoarekin jarrai daiteke 2 modutara. Ahalmen erreduzitzailedun molekulek elektroiak askatzen dituzte, oxidatuz, eta elektroiak hauek elektroien garraio jatera joan daitezke arnasketa aerobikoa zein anaerobikoa emateko; edo hartidura egiteko erabil daitezke.

Oxidaturiko ahalmen erreduzitzailedunak berriro ere metabolismo zentralan erabiliko dira, erreduzitua izateko.

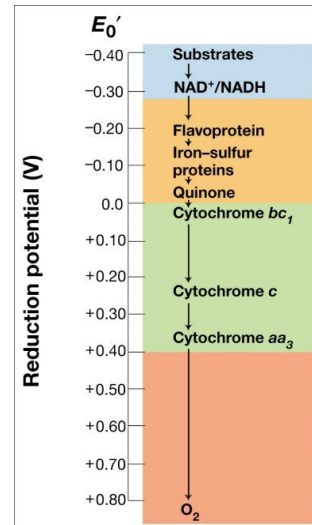
Arnasketa aerobikoan O_2 izango da azken elektroien hartzailea eta anaerobikoan berriz hainbat motatako arnasketak daude: konposatu nitrogenodunak (NO_3^-) edo sulfurodunak (SO_4^-) erabiltzen dituztenak eta metanogenesia, CO_3^{2-} erabiliz.

Beste alde batetik, elektroiak konposatu organikoek jaso ditzakete, prozesu horri hartidura esaten zaio, aurrerago azalduko dugu.

3.1- Arnasketa aerobikoa:

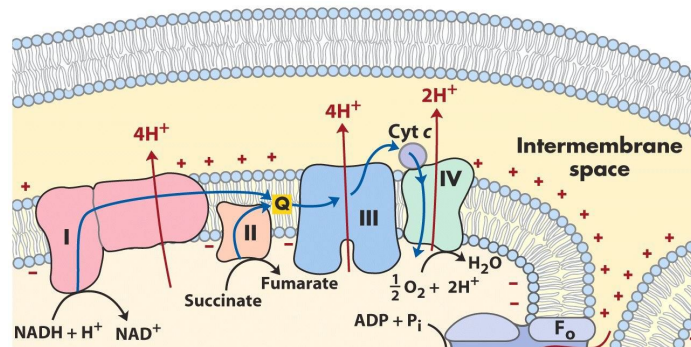
Arnasketa honetan elektroi garraio katearen azken hartzailea oxigenoa da, eta substratuaren oxidazioa totala ematen da CO_2 raino, energia lortzeko. Prozesu honetan ahalmen erreduzitzaile konposatuak erabiltzen dira:

- NADPH_2 biosintesisirako.
- NADH_2 eta FADH_2 elektroi garraio katean, azken hartzailea O_2 izango delarik.

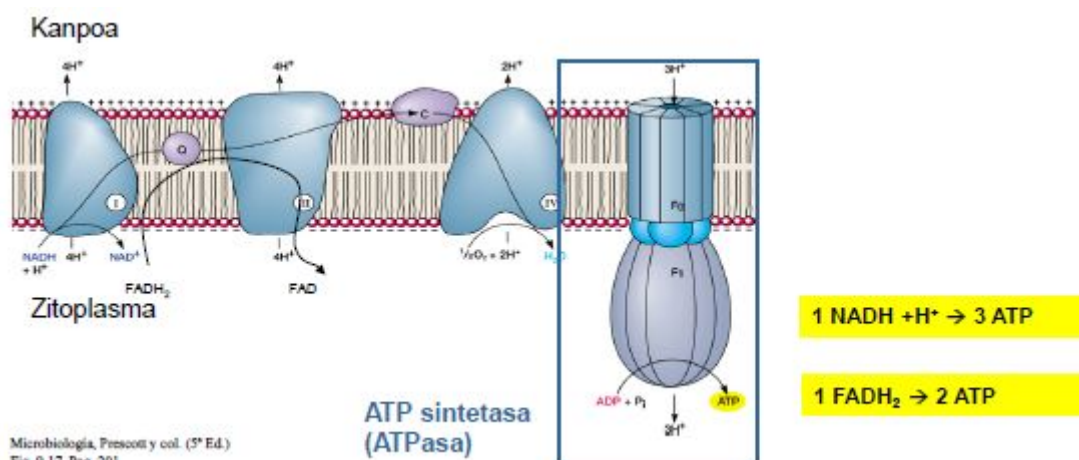


Horretaz gain, energia (ATP) handia lortzen da, hau 2 modutara gerta daiteke:

- Sustratu mailako fosforilazioaren eraginez: energia altuko fosfatodun konposatu batek ADPa fosforilatzen du.
- Fosforilazio oxidatzailearen bidez: NADH_2 eta FADH_2 erreduzio potentzial handia dute eta katean protoi ponpaketa ematen da, gainera oxigenoa oso elektropositiboa da; ondorioz, protoien gradiente handia eratzen da.

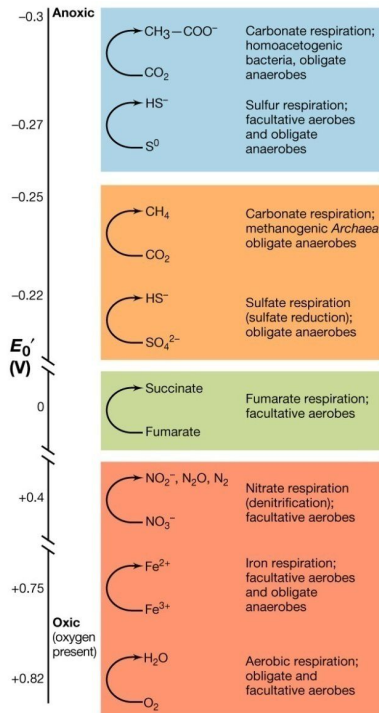


Energia hori ATPsak erabiliko du ADP fosforilatu eta ATP ekoizteko.



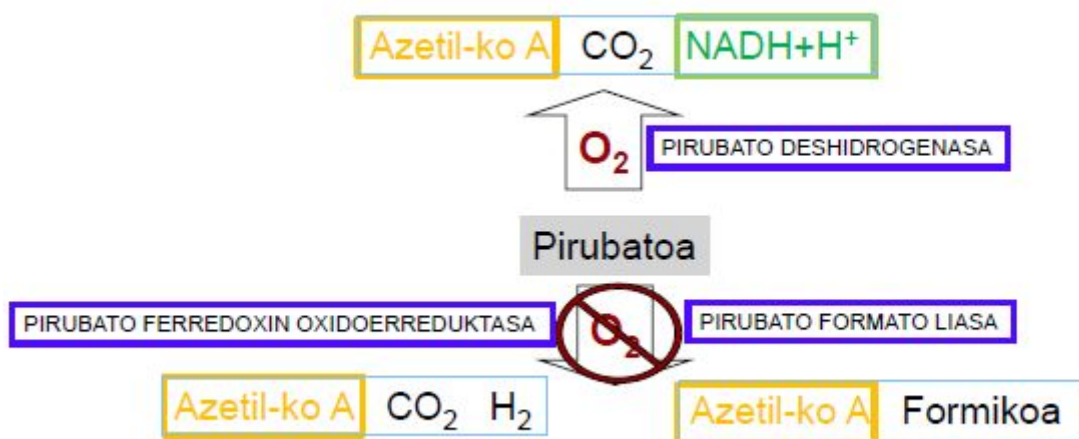
3.2- Arnasketa anaerobikoak:

Sustratuen oxidazioa ematerakoan, azken elektroi hartzailea oxigenoa ez denean ematen da. Arnasketa anaerobikoa aukerazko anaerobioetan eta derrigorrezko anaerobioetan ematen da, gehienak mikroorganismo kimioorganotrofoak izaten dira (gutxi kimiolitrotofoak).



Arnasketa anaerobikoa burutzen duten mikroorganismoek hainbat berezitasun dituzte metabolismo zentrallean:

1- Azetil-koA ren sintesia: anerobiosian Pirubato Deshidrogenasa entzima inaktibatuturik dago, ondorioz, beste 2 entzimak bihur dezakete Pirubatoa Azetil-koAn. Kasu honetan ez da ahalmen erreduzitzailedu molekularik lortzen.

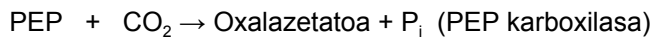


2- Krebs zikloko α -zetoglutarako deshidrogenasaren inaktibazioa:

Entzima honen inaktibazioaren ondorioz, α -zetoglutaratoa ezin da Sukzinil-koAn bilakatu, horri aurre egiteko eta 2 adarreko kreb zikloa ematen da eta metabolismo zentralarekin konbinatzen da.

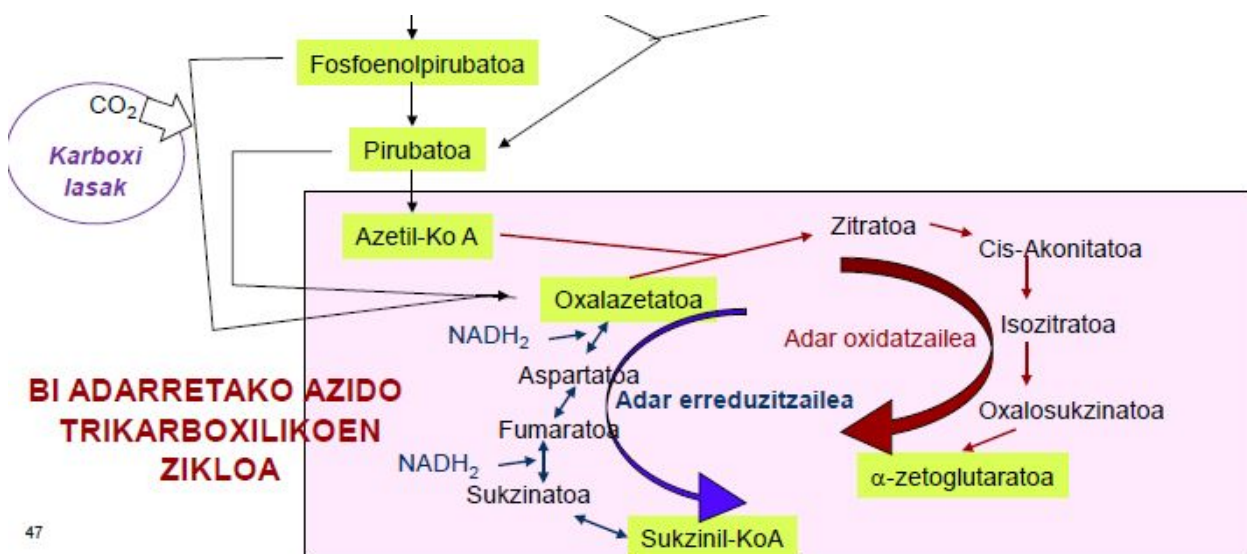
Krebs zikloa 2 norantza ezberdinetan hasten da:

1. bidea Oxalazetatotik hasiko da, Sukzinil-KoAraino. Oxalazetato hori lortzeko erreakzio anaplerotikoak erabiltzen dira, karboxilasa entzimak burutzen dituztenak. Adar honi adar erreduzitzailea esaten zaio.



Azken erreakzio honetan energia gastua dagoenez, anaerobiosian burutzen diren metabolismoak garestiagoak direla ondoriozta dezakegu. Gainera ahalmen erreduzitzailedun molekula gutxiago lortzen dira.

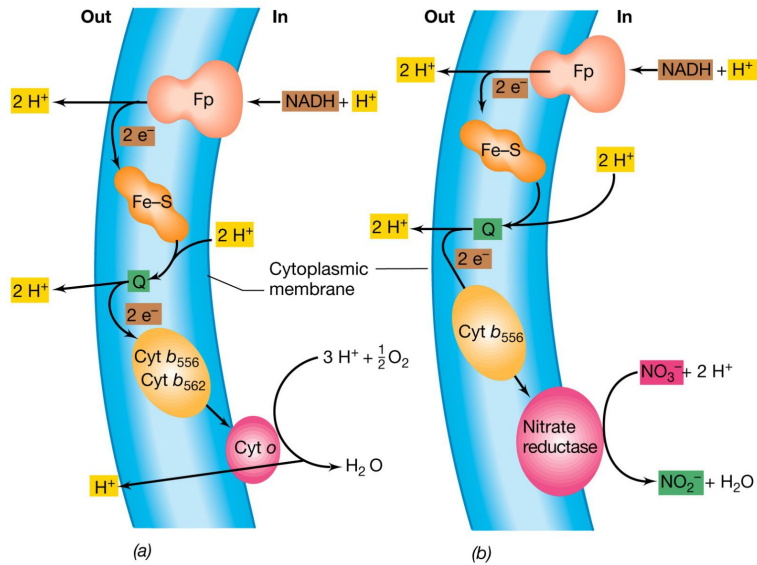
2. bidea Zitratotik abiatzen da α -zetoglutaratoraino: hau ohiko krebs zikloan bezala gertatzen da. Adar honi adar oxidatzailea deritzo.



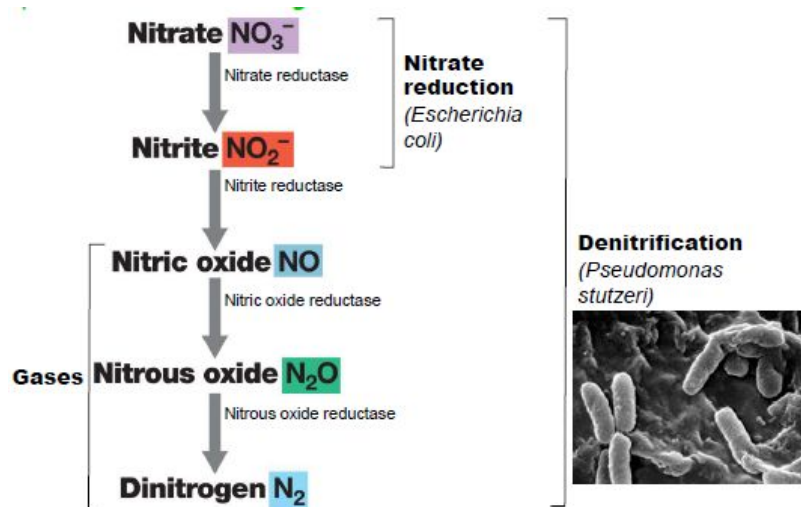
Esan bezala, metabolito aitzindariak Krebs zikloko bi adarretatik eta metabolismo nagusitik lortzen dituzte. Bestalde, ahalmen erreduzitzailea metabolismo zentraletik lortzen dute, baina Krebs zikloko adar erreduzitzailean batzuk erabiltzen dira. Azkenik, energia 2 modutara lor dezakete, sustratu mailako fosforilazioaren bidez eta fosforilazio oxidatzailean bidez. Baina anaerobiosian gaudenez, elektroio garraio kateko azken hartzailea oxigenoa ez den beste konposatu bat izango da, eta etekina desberdina izango da; konposatu horien erredox potentziala baxuagoa izango baita.

1- Nitrogenoaren Arnasketa anaerobikoa: Nitratoa erabiliz gertatzen den arnasketa.

Lehenik eta behin, nitratoaren (NO_3^-) erredukzioa ematen da nitritoraino (NO_2^-), erreakzio hau nitrato erreduktasa disimilatorioak katalizatzen du. Honi nitratoaren arnasketa anaerobikoa deritzo. Hau E.coli bakterioak (aukerazko anaerobioa) burutu dezake. Elektroi garraio kate hau motzagoa denez eta erredox potentziala txikiagoa denez, ATParen etekina urriagoa da.



Bestalde, badaude beste nitrato erreduktasa disimilatorio batzuk dituzten mikroorganismoak, adibidez *Pseudomonas stutzeri*. Honek nitratoaren arnasketa anaerobioaz gain toxikoa den nitritoa N_2 bihurtu dezake, prozesu honetan nitratoaren erredukzio totala ematen da N_2 raino, horri desnitrifikazioa deritzo. Desnitrifikazioa aukerazko anaerobio diren proteobakterio batzuk (*Paracoccus*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Hyphomicrobium*), Arkeoak eta Protisto bakar batek egin dezakete.



Desnitrifikazioa lurtean ematen bada, kaltegarria da landareentzako, nitratoa beharrezkoa baitute; ondorioz, lurtearen emankortasuna txikitzen da. Baina beste alde batetik, nitratoaren eta nitritoaren kontzentrazio altuak ura kutsatzen dute; ondorioz, desnitrifikazioa erabilgarria da uraren kutsadura maila jaisteko eta uraren edangarritasun prozesuan laguntzeko.

2- Sufrearen arnasketa anaerobikoa:

Konposatu sufredunak erabiliz egiten den arnasketa ere ez da aerobiosian gertatzen denarena bezain arrakastatsua. Eratzen den gradientea ez baita hain energetikoa, erredox potentzialen diferentzia txikiagoa delako.

Arnasketa mota honetan eratzen den azken produktua H_2S da hau kanporatua izaten da. Konposatu sufredunen arnasketa derrigorrezko anaerobioek burutzen dute, mikroorganismo hauen bizilekuak lur eta ur anoxikoak dira, non materia organiko ugari eta sufre oxidatu asko dagoen.

Elektroi emailearen arabera 3 arnastzaile mota aurki ditzakegu: sulfatoerreduzitzaileak (SO_4^{2-}), *Desulfovibrio*, *Desulfobacter*, *Thermodesulfovibrio* bakterioak; sufrearen erreduzitzaileak (S^0), *Desulfuromonas*, *Wolinella* bakterioak; eta tiosulfatoak erreduzitzen dituztenak ($S-SO_3^{2-}$).

1- Sulfatoerreduzitzaileak:

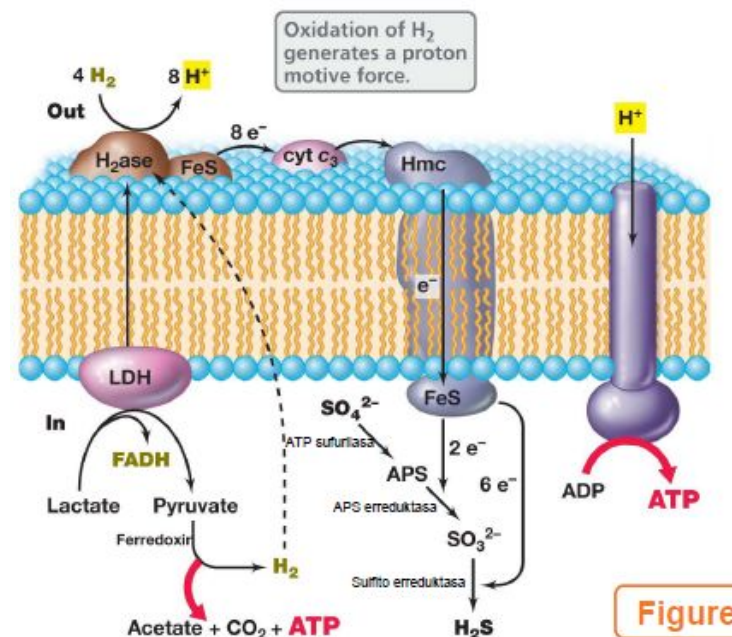
Elektroi emaileak anitzak dira; orokorki H_2 izaten da, baina ur geza anoxikoan laktatoa eta pirubatoa izaten dira eta ur gazi anoxikoan azetatoa eta gantz azidoak. Horietaz gain, malatoa, etanola eta glukosa ere erabil daitezke.

Arnasketan gertatzen den lehen prozesua konposatu organiko baten oxidazioa da. Oxidazioa partziala izan daiteke, pirubatoraino; edo oxidazio totala eman daiteke, CO_2 raino. Prozesu honetan ahamen erreduzitzaile konposatuak lortzen dira, baita metabolismo zentralako metabolitoak ere.

Pirubatoa deskarboxilatu ondoren azetatoa eta karbono dioxidoa lortuko dira.

Erreakzio horretan ATPa eta H_2 a ere lortzen dira. H_2 hori mintzaren kanpoan dagoen hidrogenasa batek erabili eta protoi (H^+) eta elektroi (e^-) disoziatzen ditu. Protoiak periplasman geratuko dira eta gradientea eratuko dute, ondoren ATPasak erabiliko du ATPa lortzeko. Elektroiak berriz, elektroi garraio katean sartuko dira; azkenik sulfatoarekin batu eta azido sulfhidrikoa emango dute.

Sulfato molekula bat erreduziteko $8 e^-$ behar dira, ondorioz $4 H_2$ erabiltzen dira. Horretarako 2 laktato behar ditugu.

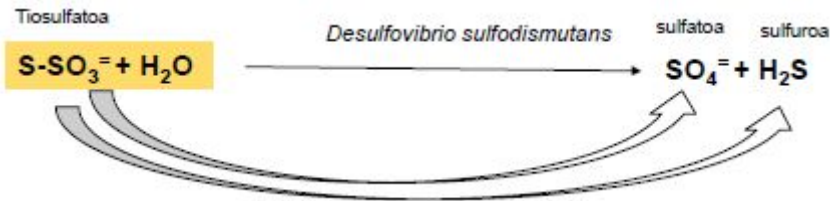


2- Sufrearen erreduzitzaileak:



3- Tiosulfatoekin arnasketa:

Honi dismutazio ere esaten zaio.



Bakterio fotosintetizatzaile anoxigeniko batzuk azido sulfhidrikoa erabiliz sulfatoa eratzen dituzte, eta bakterio sulfre-erreduzitzaileak arnasketarako erabiltzen dute hori, horrela sulfrearen ziklo biogeokimikoa gertatzen da; mikroorganismo batzuen ekoizkinak beste batzuen sustratuak direlako.

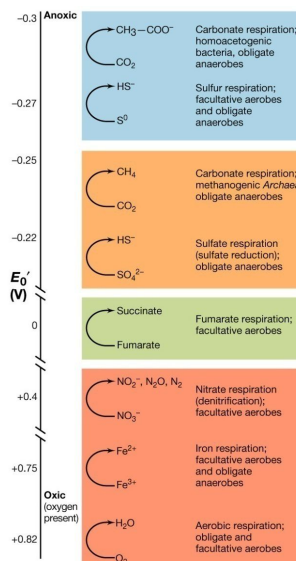


Hala ere azido sulfhidrikoa konposatu oso toxikoa da, hori dela eta, uretan bizi diren mikroorganismoek arrainen eta hegaztien heriotza eragin dezakete, baina landaredia kaltetu ere.

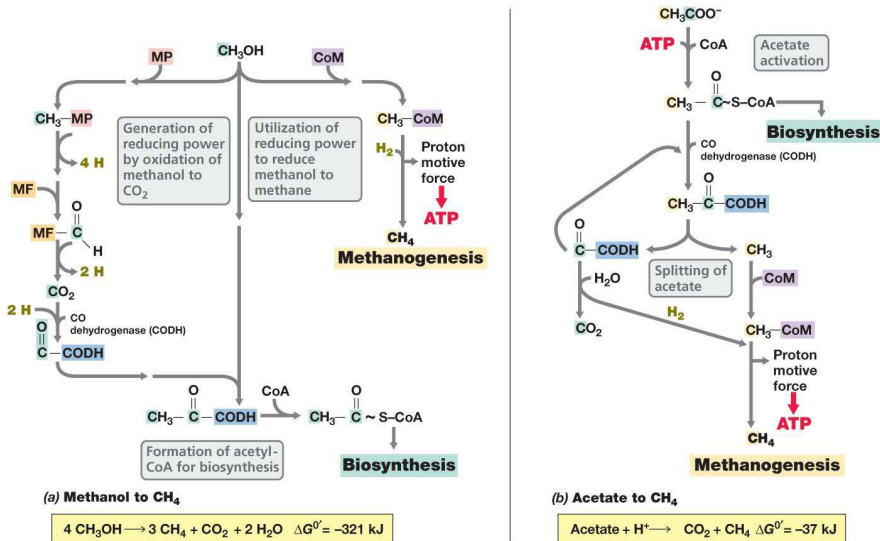
3- Metanogenesia:

Elektroi emaien arabera 2 motatako mikroorganismoak daude: kimioorganotrofoak izango dira elektroiei emailak formikoa, azetikoa, metanola edota metilaminak direnean; eta kimiolitrotofoak izango dira elektroiei emailak H₂ CO/CO₂ direnean. Produktua metanoa (CH₄) izango da, horregatik metanogenesia esaten zaio. Arnasketa honetako elektroiei garraio katea berezia da: metanofuranoa, metanopterina, F₄₂₀, F₄₃₀, eta M eta B koentzimak hartzen dute parte.

Hau derrigorrezko arkeo anaerobioak egiten dute, adibidez *Methanosarcina* (metanola, metilaminak, azetatoa), *Methanosaeta thermophila* (azetatoa), *Methanobacterium* eta *Methanococcus* generoko batzuk.



Sustratua metanola denean, 4 mol metanol erabiltzen dira, horietako 1 CO₂ ra oxidatuko da, hortik askatzen diren elektroiak 3 metanol metanoarino erreduzitzeko erabiltzen dira. Sustratua azetatoa denean, azetatoa zatitu egiten da eta hau oxidatzerakoan CO₂ sortzen da metilo taldea erreduzitzuz metanoaraino.



Arkeo metanogenikoak ingurune anaerobiko askotan bizi dira, adibidez singiretako sedimentuetan, animalien hesteetan, haspide hidrotermelatan... hori dela eta oso interesgarriak dira, metanoa erregai garbia baita.

Badaude beste arnasketa anaerobiko batzuk ere, burdin oia, selenatoa, magnato ioia, fumaratoa,... erabiliz gertatzen dena, baita desklorazio erreduzitailea edo deshalaornasketa.

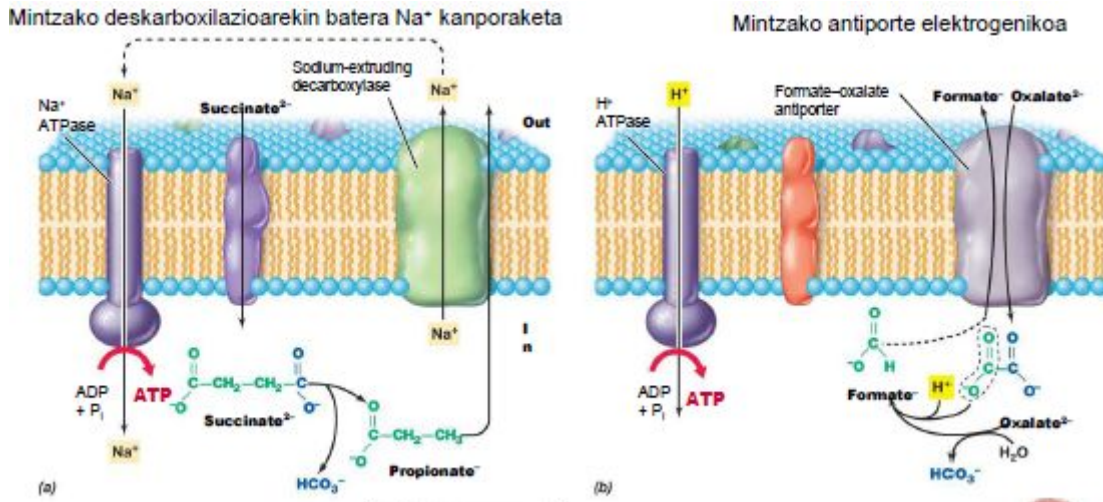
*Pyrococcus furiosus*ak temperatura altutan burdinaren arnasketa burutu dezake; hau sedimentu bolkanikotan aurkitu da.

4- HARTZIDURAK:

Ezaugarri orokorrak:

- Mikroorganismoetan ematen da: Derrigorrezko anaerobioek, aukerazko anaerobioek (anaerobiosian) eta anaerobio aerotoleranteek (adib bakterio laktikoak) egiten dute.
- Sustratu organikoak erdi oxidatuta egoten dira.
- Karbono gehiena ekoizkin gisa kanporatzen da, material zelular berria sortzeko oso karbono gutxi bideratzen da.
- Metabolito aitzindarien sorrera metabolismo zentralean sortzen dira, baina anaerobiosian gertatzen denez aldaketa batzuk jasaten ditu: bi adarretako ATZ eta pirubato deshidrogenasaren desaktibazioa.
- Elektroi garraio katerik ez dagonez, sustratuen oxidazioa gertatzen denean piridin nukleotidoak berroxiatzen dira, produktua erreduzitzuz. Horrela estres oxidatzailea ekiditen da.

- Energia substratu mailako fosforilazioaren bidez lortzen da, hori dela eta, etekina baxua da. Hala ere badaude salbuespen batzuk non substratu mailako fosforilaziorik gabeko hartidurak ematen diren.
 - a) Kasu honetan, mintza energizatzen dute sodioaren ponpaketa ematen da, gero gradiente hori ATPak erabiliko du.
 - b) Sustratu moduan oxalazetato hartzen da, hau barneratu eta deskarboxilatu egiten da, protoi bat hartu eta formikoa eratuz. Gero antiporte elektrojeniko bat gertatzen da.



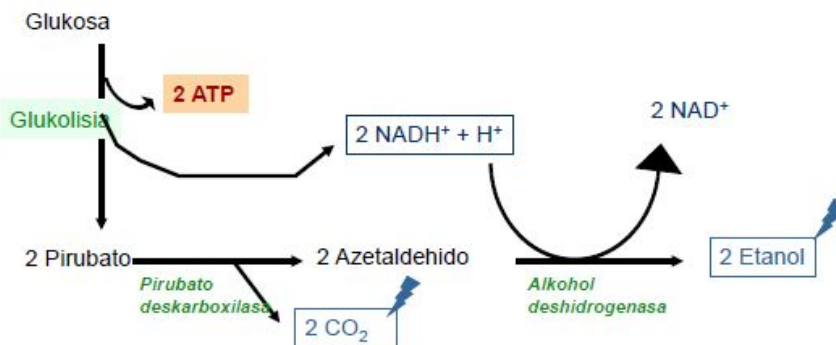
- Mintza energizatzen dute ATP eta mintzako ATPasari esker: ATPa gastatzen da ATPasaren bidez, ondorioz protoiak ponpatzen dira, horrela mintza kargatzen dute.
- Hartidura bakoitzean ekoizkin desberdinak sortzen dira.

1- Hartidura alkoholikoa:

Legami mota desberdinek eta bakterio batzuek burutzen dute, adibidez *Saccharomyces cerevisiae* eta *Zymomonas mobilis*.

Beti anaerobiosian gertatzen da eta azken produktuak etanola eta CO₂ dira.

Prozesu hau industrian erabiltzen da adibidez edari alkoholdunak edo ogia egiteko.



Edari alkoholdun asko egiteko fruituak erabiltzen dira, hortik abiatuta azukrea metabolizatzen da eta 2 pirubato sortzen dira, horretaz gain, energia sortzen da substratu mailako fosforilazioaren bidez. Helburua, elektroikaterik ez dagoenez, piridin nukleotidoak berroxidatzea da. Etekin energetikoa (glukolisian lortzen dena da) baxua denez, aukerazko anaerobioek arnasketa egingo dute oxigenoa dagoenean.

2- Hartzidura laktikoa:

“Azido laktikoaren bakterioak” esaten zaie hartzidura hau burutzen dutenei: *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Streptococcus Lactococcus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*.

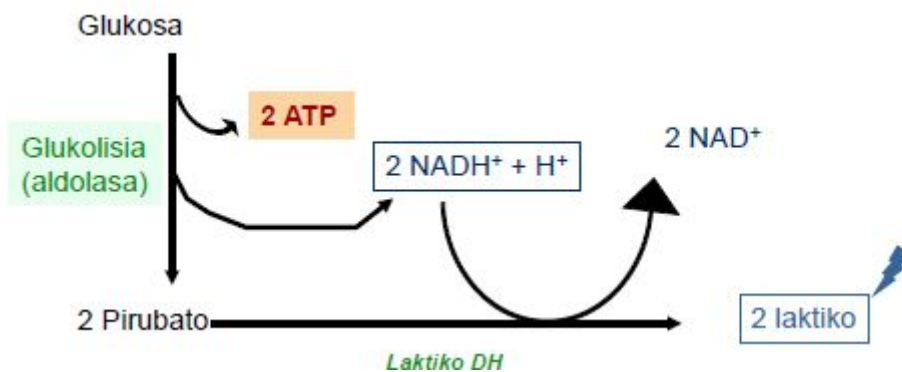
Aerojasankorrek dira: hau da, beti burutuko dute hartzidura, baita oxigenoraren presentzian ere.

Prozesu hau erabiltzen da industrian adibidez, esnekien industrian.

2 Hartzidura mota daude: homolaktikoa eta heterolaktikoa.

Hartzidura homolaktikoa:

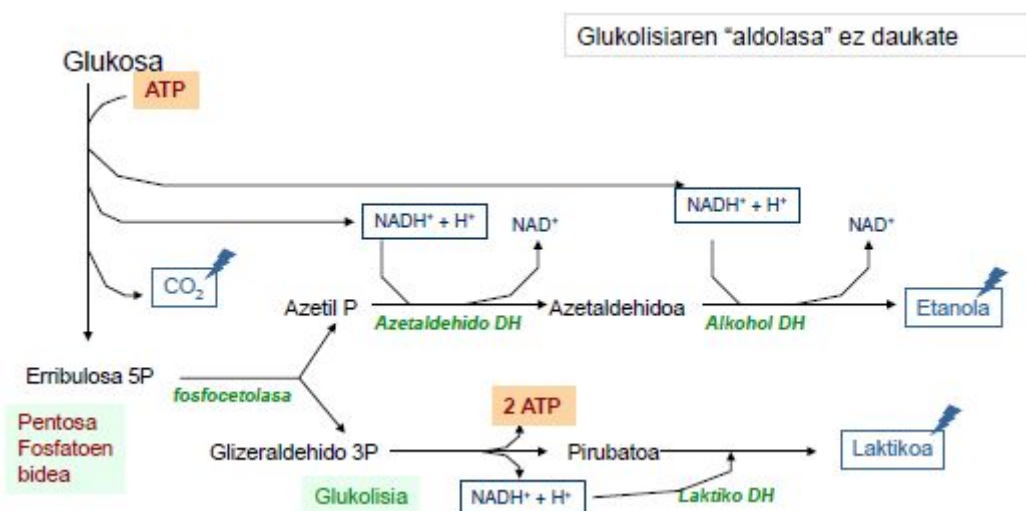
Esnean dauden azukreak degradatzen dira, normalen laktosa. Hortik glukosa eta galaktosa lortzen dira, galaktosa glukosa bihurtu eta gero metabolismo zentraletik pirubatoa lortzen da. Hartziduraren bidez laktiko, ATP eta piridin nukleotidoak beroxidatzen dira, estres oxidatzailea ez jasateko. da: pirubatoa azido laktikora erreduzitzen du laktato deshidrogenasa entzimak, aldi berean NAD^+ berreskuratzen.



Hartzidura heterolaktikoa:

Laktikoaz gain, beste ekoizkin batzuk eratzen direlako esaten zaio heterolaktiko. Honen arrazoia glukolisiko fruktosa 1,6 bisfosfato aldolasa ez dutela da, ondorioz, glukosaren degradaziorako pentosa fosfaton bidea erabiltzen dute. Glukosa erribulosa-5P-ra degradatzen da ATP kontsumituz eta $\text{NADH}^+ + \text{H}^+$ eta CO_2 ekoiztuz. Ondoren erribulosa-5P hori glizeraldehido-3P eta azetil-P emanez disoziatuko du fosfozetolasa entzimak. Azetil-P lehenik azetaldehida erreduzitzen da, eta ondoren, etanolera, bi erreakzioetan NAD^+ berreskuratuz. Glizeraldehido-3P glukolisiaren bigarren zatian pirubatora degradatuko da, 2 ATP eta $\text{NADH}^+ + \text{H}^+$ lortuz. Gero $\text{NADH}^+ + \text{H}^+$ hori pirubatoa azido laktikora erreduzitzeko erabiliko da, hartzidura homolaktikoa burutuz, eta NAD^+ era oxidatuko da.

Badago beste hartzidura heterolaktiko bat non laktikoaz gain azetatoa ere lortzen den. Hau *Bifidobacteriumek* egiten dute.



Beste hartzidura mota batzuk:

HARTZIDURA:	SUSTRATUA:	AZKEN PRODUKTUAK:	MIKROORGANISMOAK
Azido-mixta	Hexosa	<i>Etanola + sukzinikoa + laktikoa + azetikoa + formikoa + CO₂* + H₂*</i>	Bakterio enterikoak <i>Escherichia</i> <i>Salmonella</i> <i>Shigella</i> <i>Klebsiella</i> <i>Enterobacter</i>
Butilenglikolikoa	Hexosa	Etanola + 2,3 butanodiola + sukzinikoa + laktikoa + azetikoa + formikoa + CO ₂ + H ₂	Bakterio enterikoak <i>Escherichia</i> <i>Salmonella</i> <i>Shigella</i> <i>Klebsiella</i> <i>Enterobacter</i>
Butirikoa	Hexosa	Butirikoa + azetikoa + H ₂ + CO ₂	<i>Clostridium butyricum</i>
Azeto-butirikoa	Hexosa	Butirikoa + azetikoa + H ₂ + CO ₂ + azetona + butanola + etanola	<i>Clostridium acetobutylicum</i>
Propionikoa	Laktatoa	Propionikoa + azetikoa + CO ₂	<i>Lactobacillus</i> batzuk <i>Propionibacterium</i> <i>Clostridium propionicum</i>
Hartzidura proteolitikoa	3 aminoazido	3 azetato + 3NH ₄ ⁺ + CO ₂	<i>Clostridium sporogenes</i>

1- Hartzidura azido-mixta:

Hartzidura mota hau hesteetako hainbat bakterioi egin dezakete, adibidez *E.coli*-k

ZER?	ZERGATIK?
Etanola	Hartzidura alkoholikoaren antzeko prozesua, piridin nukleotidok beroxidatzeko
Laktatoa	Hartzidura laktikoaren antzeko prozesua, piridin nukleotidoak beroxidatzeko
Sukzinatoa	Piridun nukleotidoak beroxidatzeko, estres oxidatzailea ez jasateko.
Azetato eta formatoa	
H ₂ et CO ₂	Formatotik abiatuta H ₂ eta CO ₂ raino oxidatu. Hau <i>E.coli proteous</i> eta <i>Salmonellak</i> egin dezakete.

2- Hartzidura butanodiolikoa:

Hartzidura azido mixtaren ekoizkin berberak sortzen dira, baina horietan gain 2,3-butanodiola sortzen da, hau estres oxidatzailea ez jasateko ere gertatzen da. Adibidez *Enterobacter aerogenes*ek burutzen du.

3- Hartzidura butirikoa eta azeto-butirikoa:

Clostridium butyricum eta *Clostridium acetobutylicum*

ZER?	ZERGATIK?
Azetatoa	Energia lortzeko
Etanola*	Piridin nukleotidoen beroxidaziorako
Azetona*	
Butanola*	
Butirikoa	Energia lortzeko
H ₂ eta CO ₂	

4- Hartzidura proteolitikoa:

Proteinen aminoazidoak hartitzen dituzte. Hartziduran bertan, aminoazido bat oxidatzen da eta hortik askatutako ahalmen erreduzitzaileak berossidatzeko beste aminoazido baten erredukzioa gertatzen da. Prozesu honetan lortzen den ATPa handia da.

Clostridium sporogenes

5- Azido propionikoaren hartzidura:

Propionibacterium freudenreichii

ZER?	ZERGATIK?
Propioniko	
Azetiko	Energia lortzeko
CO ₂	

5- SINTROFISMOA

Konposatu errekalzitranteak, degradatzeko zailak direnak, degradatzeko ematen da. Bi izakien arteko, hartzitzaile baten eta beste mikroorganismo baten arteko lana izaten da, batek bakarrik degrada ezin duenean. Horretarako mikroorganismoak bata bestearengandik gertu egon behar dira.

Adibide moduan hidrogenoaren transferentzia da: Hartzitzaile batek H₂ sortzen du eta H₂-aren kontsumitzaile batek erabili. H₂-aren kontsumitzaile moduan hainbat mikroorganismo aurki ditzakegu, adibide, bakterio desnitrifikatzaileak, burdinaren bakterio erreduzitzaileak, bakterio sulfatoerreduzitzaileak, prokarioto azetogenikoak, arkeo metanogenikoak...

6- AZUKREAK EZ DIREN KONPOSATUEN ERABILERA:

- Polisakaridoak:

Naturan hainbat azukre polisakarido moduan aurkitzen dira, horien degradazioa egiteko liseriketa zelularra gertatzen da eta entzima extrazelularren eta ektoentzimen bidez, monosakarido bilakatzen dituzte; horiek pirubato bilakatzen dira metabolismo zentralaren bidez.

- Proteinak:

Proteinen barneraketa ematen da; liseriketa emanez, entzimak extrazelular eta ektoentzimen bidez, proteinetatik aminoazidok sortzeko. Gero, desaminazioa jasaten dute aminoazido horiek eta horietatik azido organikoak lortzen dira, hauek metabolismo zentralera bideratuko dira. Azido organikoen oxidazioa emateko, azido horrek eraldaketa bat jasango du eta krebs zikloko metabolito bilakatzen da, ondorioz zikloan sartuko da eta oxidazioa gertatuko da.

- Lipidoak:

Hauen liseriketa extrazelularrean, lipidoen apurketa gertatuko da lipasen eta entzima extrazelularren bidez. Lipido ohikoenak fosfolipidok dira, hori dela eta, apurketaren ondorioz sortu den glizerola fosforilatu egiten da eta glukolisira bideratzen da metabolismo zentralean sartuz. Gantz azidoak degradatzeko beta oxidazioa gertatzen da, hortik, azetil-koA lortu eta metabolismo zentralera krebsen zikloaren bidez.

- Azetatoa:

Honen oxidazioa emateko glioxilatoaren zikloa gertatzen da.

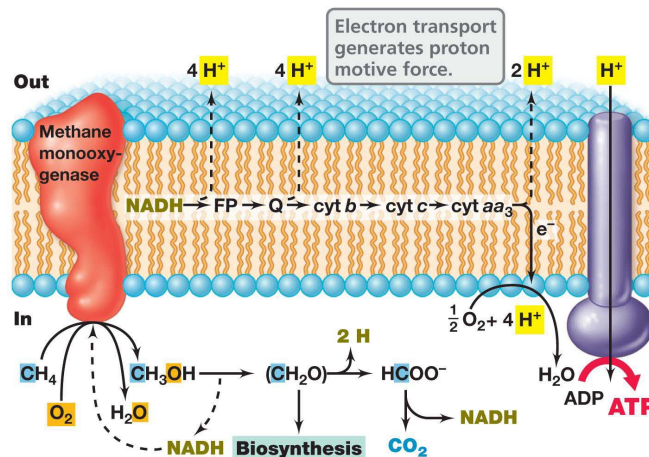
- Hidrokarburoak:

C eta H- z osaturiko konposatu oso soluezinak dira. Beraien pisu molekularren arabera gasak, likidoak edo solidoak izan daitezke. Molekulak txikiak edo handiak, lerrodunak (alifatikoak), erramifikatuak edo eraztunadunak (lurrintsuak) izan daitezke. Beraien degradazioa aerobikoa (bakterio asko, lizun batzuk, legami batzuk edo anaerobikoa (bakterio desnitrifikatzaile batzuk, fototrofoak, burdinaren erreduzitzaileak eta sulfatoaren erreduzitzaileak) izan daiteke.

- C₁ konposatuak:

Konposatu hauek 2 motatakoak izan daitezke; karbono atomo bakarra dutenak, edo karbono 1 baino gehiago dutenak baina C-C loturarik ez dutenak. Hau burutu dezaketen mikroorganismoek Metofilo deritze eta 2 multzotan sailka ditzakegu: metanotrofoak, C₁ konposatu guztiak erabiltzeko gai dira (*Methylomonas* eta *Methylococcus*); eta metilotrofoak, metanoa izan ezik C₁ konposatuak erabiltzeko gai direnak (*Hyphomicrobium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Vibrio*) metilotrofoen artean derrigorrezko eta aukerazko metilotrofoak aurkitzen dira.

·Metanoaren oxidazioa: Metanoa CO₂raino oxidatzen da. Oxidazio horretan elektroiak askatzen dira, piridin nukleotidoek elektroiak elektroiz garraio katean sartzen dituzte eta oxigenoak jasotzen ditu. Elektroien garraioa protoiak ponpatzen dira eta mintza energizatzen da, gero gradientea ATPasak erabiliko du. Oxidazioa anaerobiosian ere gerta daiteke, adibidez sulfatoak erreduzitzen.



·Aitzindari metabolikoen sorrera mikroorganismo metofiloetan:

Metabolito aitzindarien sintesia 2 bideetatik eman daiteke:

1- erribulosa monofosfatoaren zikloa: bertan, G3P sortzen da, gero hau glukolisira bideratuko delarik.

2- Serinaren bidea: hemen Azetil-KoA sortzen da, krebsen zikloan sartuz.

6- KIMIOLITOTROFOAK ETA FOTOTROFOAK

Energia-eta ahalmen erreduzitzaile-iturritzat konposatu ezorganikoak erabiltzen dituzten mikroorganismoak. Mikroorganismo hauek filogenetikoki anitzak dira; horien artean bakterioak edo arkeoak aurkitzen baitira. Horretaz gain, fisiologikoki ere anitzak dira, erabiltzen dituzten sustratuak desberdinak direlako.

MOTA	En-ITURRIA/Elek-EMAILEA	E HARTZAILEA	EKOIZKINA
Arkeo metanogenikoak	H ₂	CO ₂	CH ₄
Sufrearen arkeoak	H ₂	S ⁰	H ₂ S
Bakterio azetogenikoak	H ₂	CO ₂	Azetato
Hidrogenoaren bakterioak	H ₂	O ₂ (NO ₃ ⁻ , SO ₄ ⁻ , CO ₂)	H ₂ O
Karboxidobakterioak	CO	O ₂	CO ₂
1-Prokarioto nitrifikatzaileak* (bak+ark)	NH ₄ ⁺	O ₂ (NO ₂)	NO ₂ ⁻
2-Bakterio nitrifikatzaileak* (bak+ark)	NO ₂ ⁻	O ₂	NO ₃ ⁻
Sufrearen prokariotoak (bak+ark)	S ⁻² , S ⁰ , S ₂ O ₃ ⁻²	O ₂ (NO ₃ ⁻)	SO ₄ ⁻²
Burdinaren bakterioak	Fe ²⁺	O ₂ (NO ₃ ⁻)	Fe ⁺³

Prozesu horietan lortzen duten errendimendu energetikoa nahiko baxua da, horren ondorioz, oso motel hazten dira.

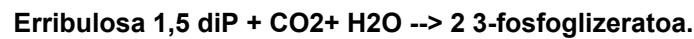
Oxigenoarekiko duten erlazioaren arabera ere 3 sailkapen egin ditzakegu:

1- Anaerobioak: horien artean, arkeo metanogenikoak, sulfrearen arkeoak eta bakterio azetogenikoak daude.

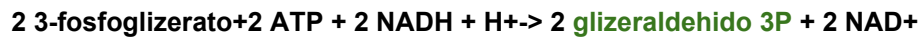
2- Aukerazko anaerobioak: Hidrogenoaren bakterioak, prokarioto nitrifikatzaileak eta sulfrearen prokariotoak adibidez. Hauek ingurune aerobikoan oxigenoa erabiliko dute elektroli hartzailatzat, baina anaerobiosan beste hartzaile bat erabiliko dute (ikusi goiko taula).

3- Aerobioak: Horien artean karboxibakterioak, bakterio nitrifikatzaileak eta burdinaren bakterioak daude.

Kimiolitrofoek metabolito aitzindariak Calvin zikloa eta metabolismo nagusiko erreakzioen bidez lortuko dituzte. Mikroorganismo hauen gehiengoa autotrofoa denez, CO₂aren finkapena Calvinen zikloaren bidez gertatzen da, errubisko entzimaren bidez:



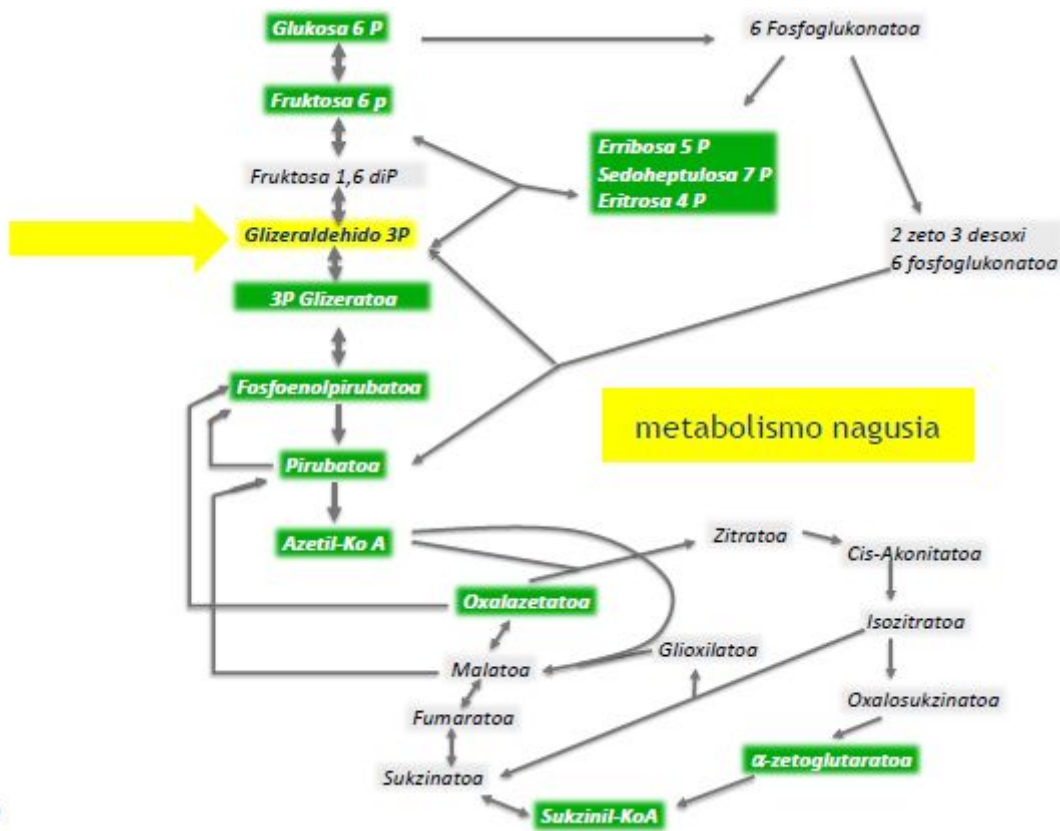
Ondoren, finkatutako CO₂-aren erredukzioa ematen da:



Amaitzeko, CO₂-aren hartzailearen errekuperazioa ematen da fosforibulokinasa entzimaren bidez.



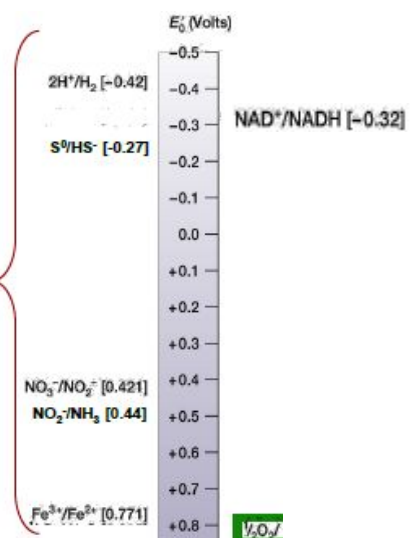
Glizeraldehidotik abiatuta, metabolismo nagusiko erreakzioen bidez sortzen dira beste metabolito aitzindariak:



10

Energia lortzeko, fosforilazio oxidatzailearen bidez egiten dute; elektroi garraio katea erabiliz. Baina erredox potentzialaren aldaketa nahiko baxua denez, kanporaturiko protoi gradientea ere baxua da, ondorioz, ATP gutxi sortzen da.

Elektroi emailleak



Ahalmen erreduzitzaileak molekula lortzeko berriz, alderantzizko elektroien garraio katea gertatzen da, horretarako energia gastatu behar da protoiak barneratuz. Elektroiak molekula batetik, elektronegatiboa den beste batera joaten dira, kasu honetan NAD⁺ ra.

Salbuespen moduan, elektroien emaitzat hidrogenoa erabiltzen duten kimiofototrofoak daude, non hidrogenoa elektronegatiboagoa den, beraz ez dira protoiak barneratu behar ahalmen erreduzitzailea sortzeko.

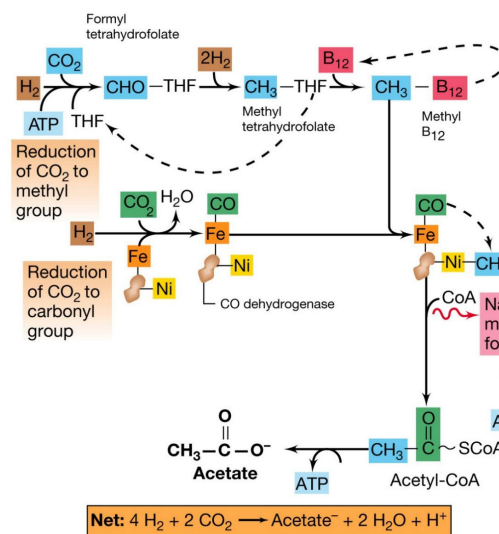
KIMIOFOTOTROFO MOTAK:

1- Arkeo metanogenikoak

Sustratua hidrogenoa izango da, hau oxidatzerakoan elektroiak askatu eta elektroien katera joaten dira, azken hartzailea CO₂ izanik. Honek elektroien gehiago har ditzake, gero eta gehiago erreduzituz, azkenean metanoa lortuz.

Aitzindari metabolikoak sortzeko Azetil Koaren bidea eta metabolismo nagusia erabiltzen dira.

Hidrogenoa elektroien emaitzat erabiliz eta CO₂ hartzaileztat, metilo bat eta CO sortzen dira, hauek batuz azetil-koa lortzen da. Hortik aurrera, Krebsen zikloa hasten da.



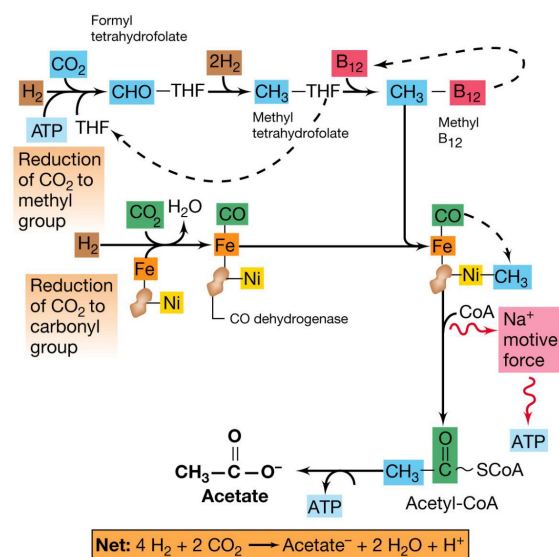
Arkeo metanogenikoak ingurune anaerobioetan bizi dira, hortaz, derrigorrezko anaerobioak dira. Arkeo hauek sedimentuetan, material organikoaren deskonposaketa ematen den lekuetan edota geiserretan, sulfataratan, itsas haspide hidrotermaletan bizi dira.

Ekologikoki oso garrantzitsuak dira, metano disolbaezina gune aerobikoetara bueltatzen dutelako, eta bertako bakterio metanotrofoek erabili eta CO₂ errekupeztatzen dutelako; horrela karbono dioxidoaren zikloa burutzen.

2- Bakterioa zetogenikoak:

Mikroorganismo hauek aukerazko kimiofototrofoak dira, eta kimioorganotrofikoki hazterakoan, hartidura homoazetikoa burutzen dute. Hala ere, kimiofototrofikoki horrela hazten dira:

Metanogenesiaren moduan, aitzindari metabolikoak sortzeko Azetil Koaren bidea eta metabolismo nagusia erabiltzen dira. Hidrogenoa elektroien emaitzat erabiliz eta CO₂ hartzaileztat, metilo bat eta CO sortzen dira, hauek batuz Azetil-koa lortzeko, ATP 1 lortuz, azetato bihurtzen da.



5- Prokarioto nitrifikatzaileak:

Prokarioto nitrifikatzaileak, metabolismoaren arabera, 2 taldetan banatzen dira:

1- Prokarioto nitritanteak: Amonioaren oxidazioa burutzen dutena nitritoraino. Huen artean bakterio zein arkeo batzuk aurkitzen dira, adibidez *Nitrosococcus oceani*, *Nitrosopumilus maritimus*. Nitroso taldekoak dira.

2- Bakterio nitratanteak: nitritoa oxidatzen dutena nitratoraino. Hauek bakterio batzuk bakarrik egin dezakete, adibidez *Nitrobacter winogradskyi*. Nitro taldekoak dira.

Mikroorganismo hauek derrigorrezko aerobioak (Anammox izan ezik), derrigorrezko kimiolitrototofoak (Nitroso taldea) edota aukerazko kimiolitrototofoak izan daitezke (Nitro taldea). Gainera, derrigorrezko edota aukerazko autotrofoak izan daitezke.

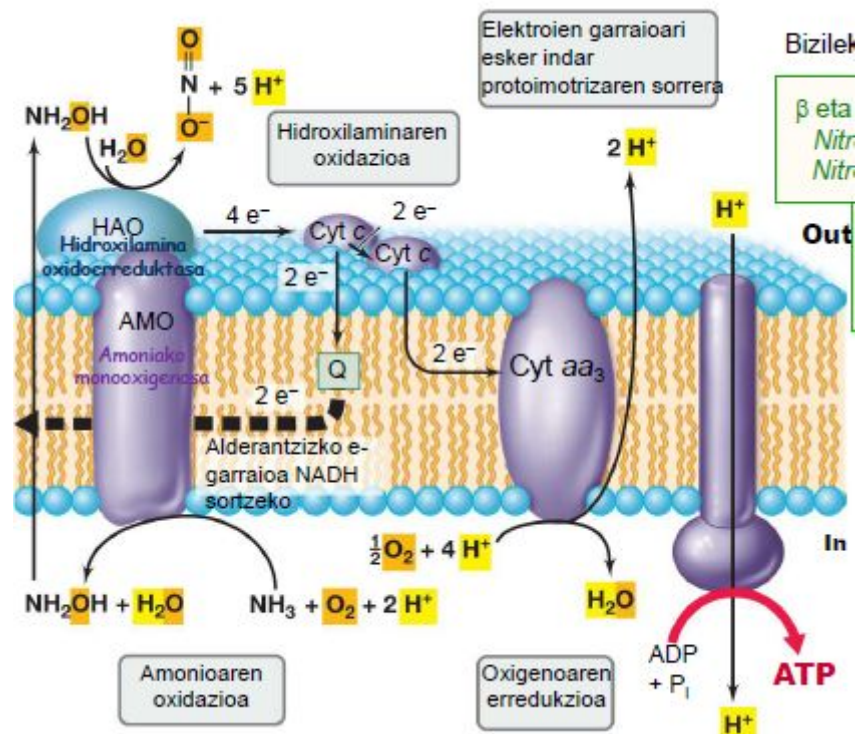
- Nitroso taldearen prokarioto nitrifikatzaileak:

Mikroorganismo hauek uretan, lurlean eta ur-araztegieta bizi dira. Adibideen artean, β eta γ Proteobakterioak daude: *Nitrosomonas*, *Nitrospira*, *Nitrosovibrio*, *Nitrosococcus* eta Thaumarkeoak: *Nitrosopumilus* (itsasoa), *Nitrososphaera* (lur)

Amoniakoa da elektroiei emaitza, hau oxidatzeko:

Amoniakoko monooxigenasa: amonioa partzialki oxidatzen du hidroxilaminaraino, ondoren, hidroxilamina kanporatu egiten da eta periplasman, Hidroxilamina oxidoerreduktasak berriro ere oxidatzen du nitritoa emanez. Oxidazioan askaturiko elektroiek elektroiei garraio katera joaten dira, oxigenoraino. Garraioarekin batera protoien kanporaketa ematen da eta energia elektrokimiko hori ATPasak energia kimiko bilakatzen du.

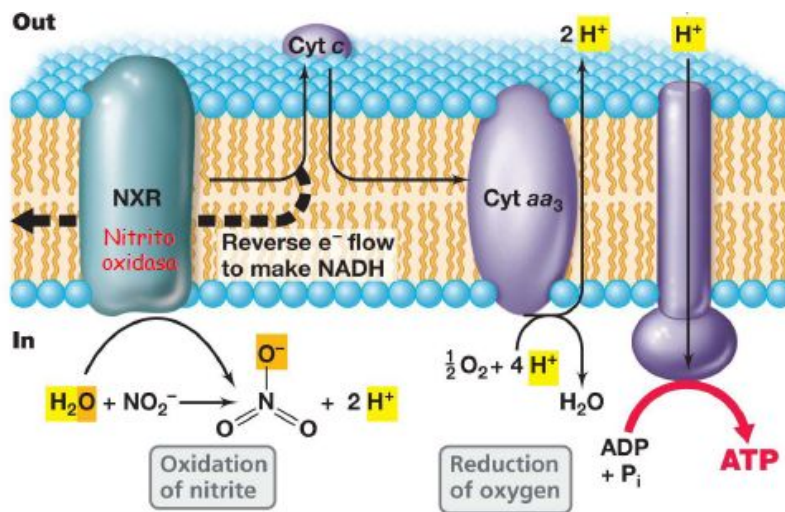
Ahalmen erreduzitzailea eratzeko, elektroiei garraio katea aurkako norantzan ematen da. Horretarako, energia gastatzen da protoiak barneratuz eta horrela NAD^+ erreduzituz.



- Nitro taldearen bakterio nitrifikatzaileak

Hauk elektroi emale moduan nitritoa erabiltzen dute, azken hartzailea oxigenoa izanik. Prozesu hau burutzen duten bakterioen artean α , β , γ , ϵ Proteobakterioak daude: *Nitrobacter*, *Nitrococcus*; eta Nitrospira bakterioak: *Nitrospira*.

Lehenik eta behin, nitritoaren oxidazioa gertatzen da nitratoraino; erreakzio hau Nitrito oxidasak katalizatzen du. Oxidazioan askatutako elektroiak katean sartzen dira eta azken hartzailea, oxigenoa dena, jasotzen ditu. Garraioan zehar protoiak kanporatzen dira ATPasak erabiliz energia lortzeko. Edo beste alde batetik, kontrako norantzan garraia daitezke elektroiak piridin nukleotidoak erreduzitzeko. CO_2 a finkatzeko eta erreakzio biosintetikoak burutzeko erabiltzen dira piridin nukleotidoak.

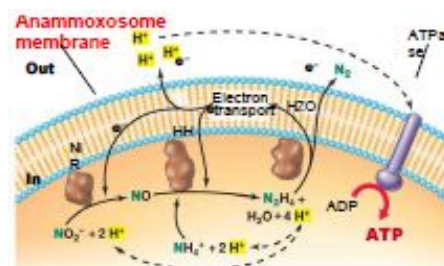


- Prokarioto nitrifikatzaile anaerobioak:

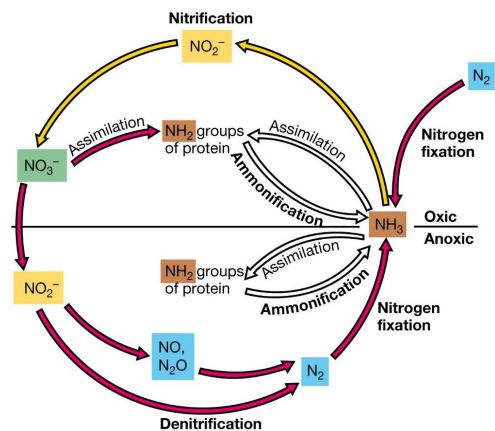
Honen adibide Anammox bakterioak dira, *Brocardia anammoxidans* hain zuzen ere. Anammoxosomen mintzean lipido bereziak aurkitzen dira (ziklobutano + glicerola) zeinek prozesua sortzen den bitartekari toxikoa, hidrazina, ateratzea ekiditen duten. Bakterio hauek itsasoan, ur fekaletan eta ur gezetako sedimentuan aurkitzen dira.

Amonioaren oxidaziorako, azken elektroi hartzaile moduan NO_2^- erabiltzen dute.

Mikroorganismo hauek CO_2 aren finkapenerako Azetil-KoA-ren bidea erabiltzen dute.



Bakterio nitrifikatzaileekin amaitzeko, aipatu beharra dago oso garrantzitsuak dira ekologikoki, nitrogenoaren zikloa burutzen baitute. Nitrifikazioaren ondorioz nitratoa sortzen baita, eta hau landareen elikagai nagusienetako bat da.



6- Sufrearen prokariotoak:

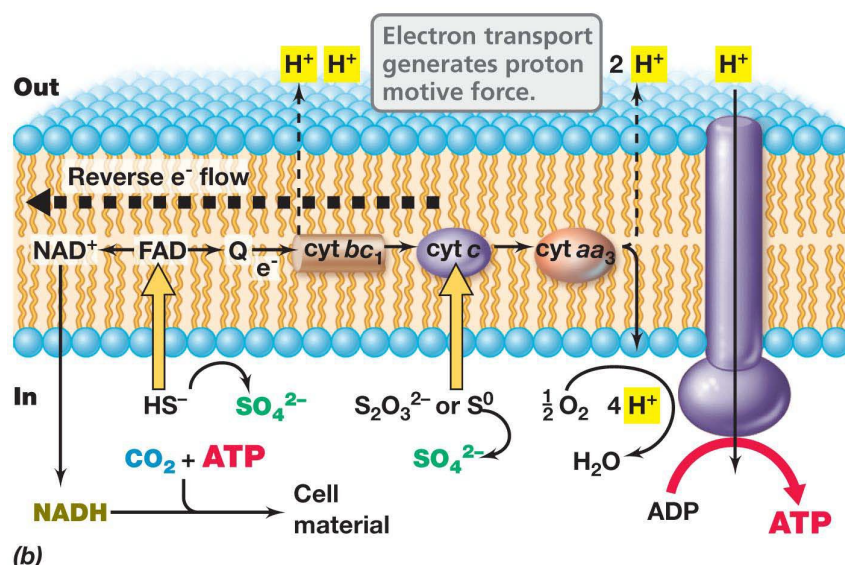
Prokarioto hauei Tioautotrofo ere esaten zaie, eta prozesuari Tioautotrofia esate zaio: Kolorerik gabeko bakterioek egindako sulfrearen oxidazio kimiolitotrofia. Gehienak derrigorrezko aerobioak izaten dira, baina batzuek (adb. Thiomargarita, Thiomicrospira, Thiobacillus desnitricans) nitratoarekin arnasketa anaerobikoa burutzen dute. Gehienak derrigorrezko kimiolitotrofoak dira, baina batzuk aukerazkoak edo mixotrofoak (Beggiatoa). Gehienak autotrofoak dira baina badaude batzuk heterotrofoak direnak. Mikroorganismo hauen bizilekuen artean Itsas-sedimentuak, iturburu sulfurudunak, sistema hidrotermal sulfurudunak, lur sulfurudunak (errizosfera) eta mehategietako drenaje azidoaren urak aurkitzen dira. Sustratuak hainbat izan daitezke: sulfuroak, sulfitoak, tiosulfatoak, sulfre elementala eta sulfrezko tarteketak.

Bakterio batzuk eta arkeo batzuk burutzen dute prozesu hau, horien artean:

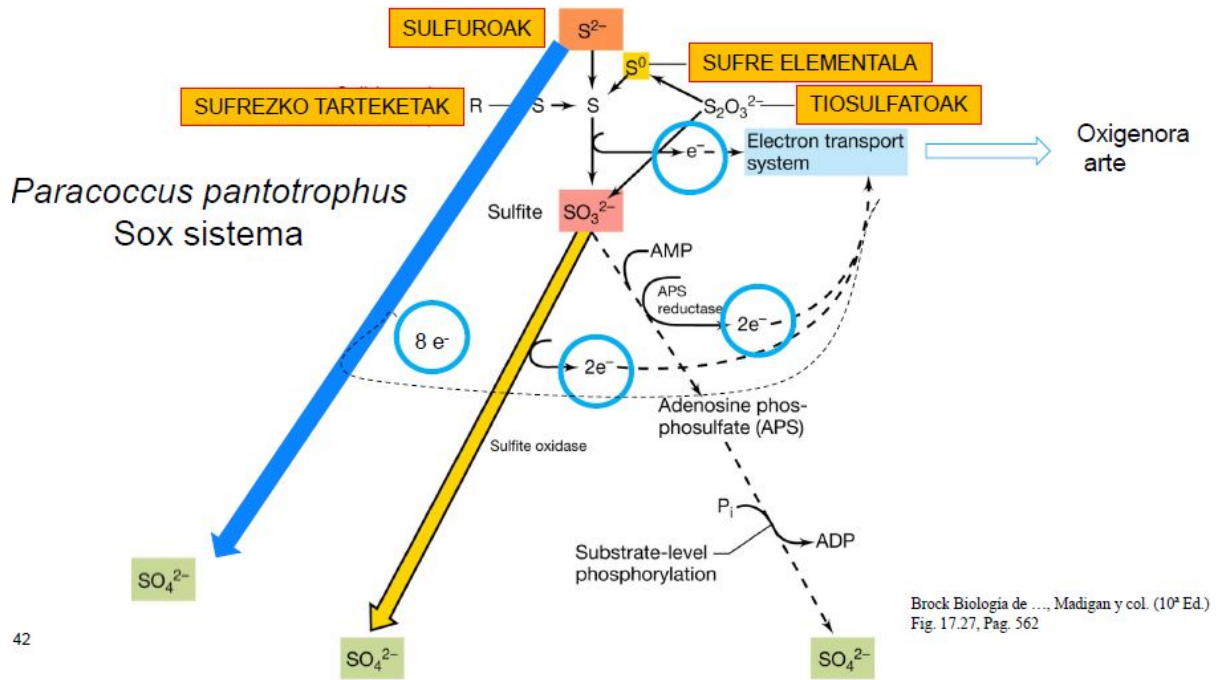
- Bakterioak: β , γ eta ϵ motako Proteobakterioak. Garrantzitsua da Acidithiobacillus bakterioa, sulfrearen kimilitrotrofiaz gain, burdinarena ere egiten baitu.
- Arkeoak: Crenarchaeota.

Tioautotrofia:

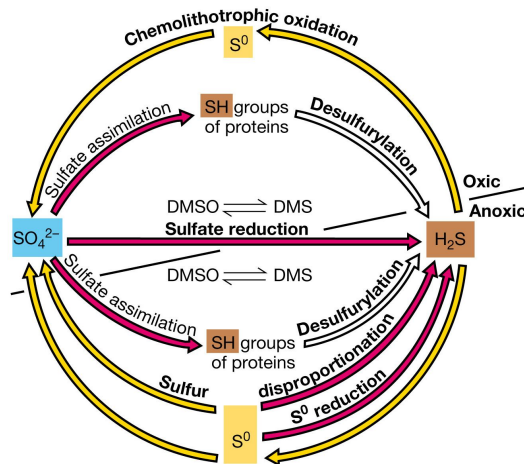
Konposatu sulfreduna oxidatu egiten da lehenik eta behin sulfitora, ondoren, sulfito oxidasak sulfitoa oxidatzen du eta sulfatoa sortzen da; oxidazioan askaturiko elektroiak elektroi garraio katetik igarotzen dira, azken hartzailea oxigenoa izanik. Bidean zehar protoiak ponpatuko dira periplasmara, gero energia elektrokimiko hori ATPasak erabiliko du. Ahalmen erreduzitzailea lortzeko, elektroi garraio katea aurkako norantzan eman daiteke, protoiak barneratuz eta azkenik NAD^+ erreduzituz. Lortutako energiarekin eta piridin nukleotido erreduzituekin, Calvin zikloaren bidez CO_2 finkatuko da, biosintesirako.



Badaude beste bide batzuk sufrearen oxidazioa gertatzeko, horiek beheko eskeman laburtzen dira:



Azkenik, sufrearen bakterio kimilolitrofoen garrantzi ekologikoa azpimarratu behar da, Sufrearen ziklo biogeokimikoa burutzen baitute.

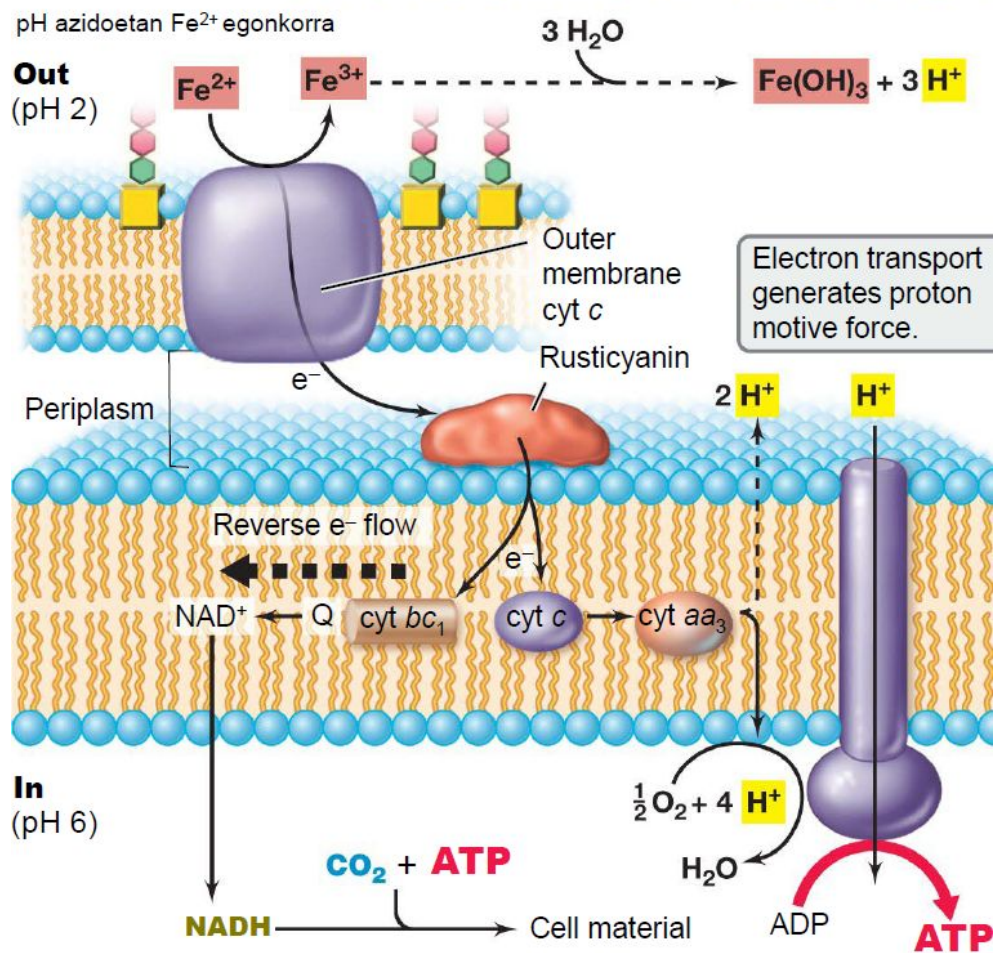


7- Burdinaren bakterioak:

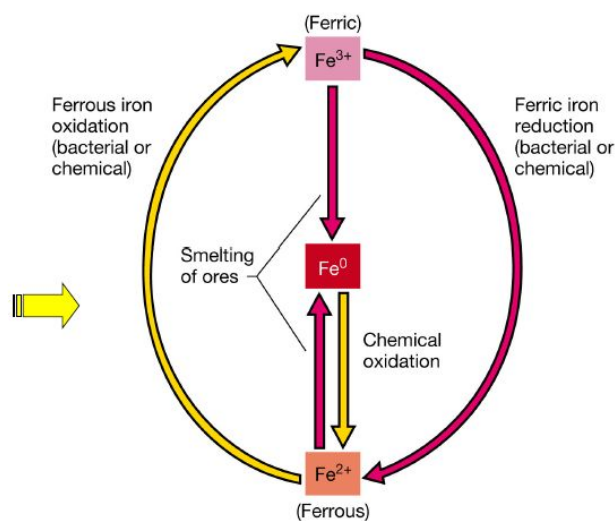
Bakterio hauek ioi ferrosoaren oxidazioa burutzen dute ioi ferrikoraino. Mikroorganismohauen artean, 3 azpitalde egin ditzakegu:

- Prokarioto kimilolitrofo aerobiko azidofiloak (pH2): Acidithiobacillus ferroxidans.
- Bakterio kimilitrofo aeribo neutrofiloak: Burdina oxidatzen duen bakterio kimilolitrofo neutrofiloa (Gallionella ferruginea)
- Burdinaren oxidatzaile anaerobikoak: Burdina oxidatzen duen fototrofo gorria (Chromatium)

Burdin ferrosoaren oxidazioa periplasman hasten da, bertan rustizianina entzimak oxidatu egiten du ferrikoraino, ioi ferrikoa urarekin elkartu eta burdin (III) hidroxidoa sortzen da. Oxidazio horretan askaturiko elektroia c zitokromoak oxigenoaren erreduzitzean erabiltzen ditu eta ura sortzen da. Mikroorganismo hau ingurune azidoan bizi denez, protoi gradientea berez dago sortuta, zitoplasmako pH-a neutroa izaten delako. Hori dela eta, elektroikatearen ondorioz gertatzen den protoi ponpaketak 2 helburu ditu: 1- ATP-a sortzeko erabili diren protoiak konpentsatzea. 2- Piridin nukleotidoak erreduzitzeko alderantzizko elektroikate gertatzea..



Burdinaren ziklo biogeokimikoa



BAKTERIOEN FOTOSINTESIA:

Fotosintesia burutzen duten bakterioak fototrofoak dira, hau da, energia iturritzat argia erabiltzen duen organismoa.

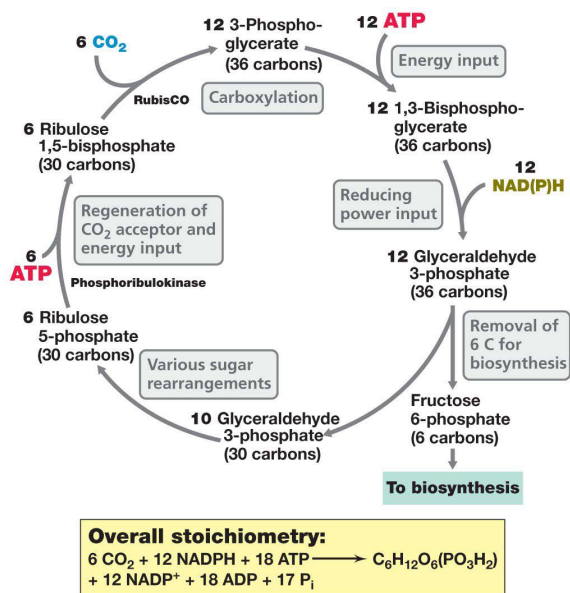
Fotosintesia argi-energia energia kimiko bihurtzean datzan prozesu biologikoa da, eta 2 faseetan banatzen da:

- Fase argitsua: Argi energia energia kimiko bihurtzen da eta energia eta ahalmen erreduzitzailea sortzen dira.
- Fase iluna: CO₂ erreduzitzen da konposatu organikoak sortuz, argitako fasean lorturiko energiaren eta ahalmen erreduzitzaileaz baliatuz.

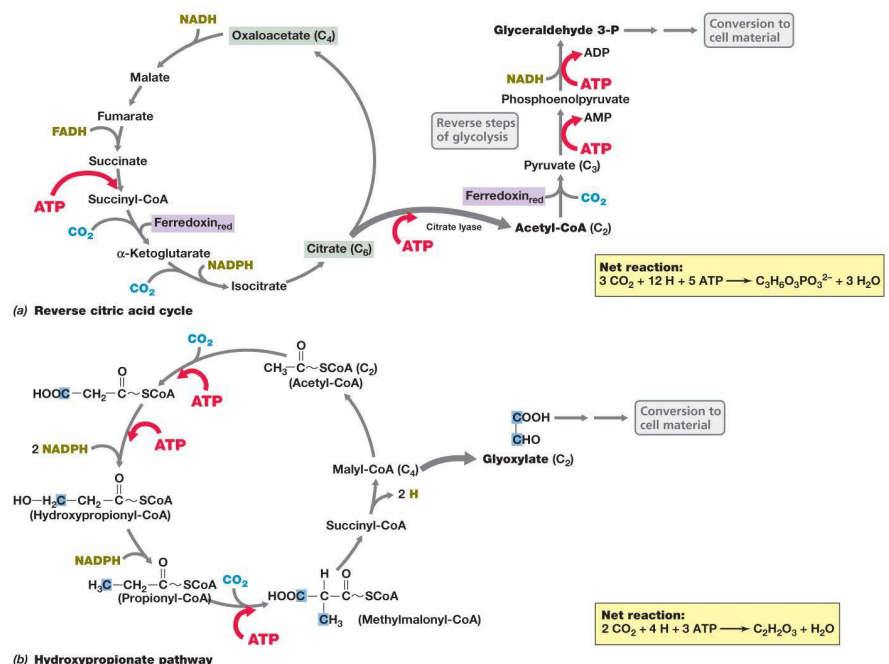
Arestian esan dugunez, fase argitsuan energia sortzen da, horretarako fotofosforilazioa gertatzen da: pigmentuek argi energia xurgatzen dute, ondorioz, elektroien bat kitzikatzen dute, hau elektroien garraio katera bidaliz. Elektroien transferentziak protoien gradienteak sortzen du, eta azkenik gradiente hau ATPasak erabiltzen du energia kimikoa sortzeko.

Ahalmen erreduzitzailea lortzeko, fotoerredukzioa gertatzen da: elektroien emaile batek, organiko edo ez-organiko batek (H₂O, H₂, H₂S...) askatutako elektroia katetik igaro eta piridin nukleotidoak erreduzitzen ditu.

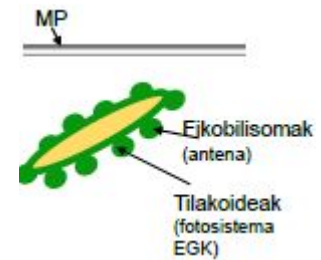
Azkenik, CO₂aren finkapena ematen da, aurretik sorturiko energia eta ahalmen erreduzitzailea erabiliz, hau gehienetan Calvin zikloaren bidez egiten da. Ziklo honetan, errubisko entzimak CO₂-a errubulosa 1,5-bisfosfatoarekin finkatzen du, zikloa abiaraziz. Ziklo horretan, fruktosa-6-fosfatoa sortzen da, eta hortik abiatuz, metabolismo zentralaren bidez, metabolito aitzindari guztiak sintetizatu ditzake, zelulak behar dituen konposatuak ekoiztuz.



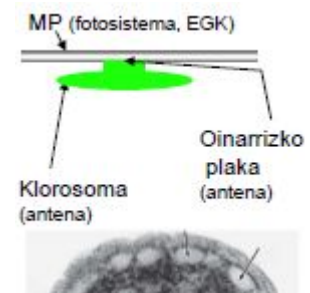
Hala ere, alga berde batzuk ATZ erreduktiboa erabiltzen dute(a), eta *Chloroflexus*-ek hidroxi-propionatoaren bidea erabiltzen du (b).



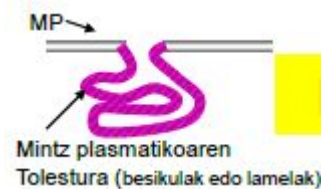
Zianobakterioetan eta proklorofitoetan aparatu fotosintetizatzailea tilakoideetan kokatzen da, hauek inguratzen, fikobilisoma deituriko partikulak daude, non bertan pigmentuak metatzen diren.



Bakterio berdeetan, mintz plasmatikoren azpian kokatzen den klorosoma izeneko egituretan gertatzen da.



Bakterio gorrietan berriz, mintz plasmatikoko tolesturetan kokatzen da aparatu fotosintetizatzailea.



Azkenik, heliobakterioetan, badirudi mintz plasmatikoa kokatzen dela, baina ez da egitura berezirik ikusten.

Aparatu fotosintetizatzailea 3 zatitan bana dezakegu:

- 1- Antena sistemako pigmentuak (LH): bertan, argia xurgatzen duten pigmentuak eta pigmentu laguntzaileak daude, pigmentu hauek energia erreakzio guneko pigmentuei bidaliko die. Pigmentu hauek klorofilak, bakterioklorofilak, karotenoideak edota fikobiliproteinak izan daitezke.
- 2- Erreakzio gunea edo fotosistema (RC): Antena-pigmentuek harrapatutako energia xurgatzen dute eta pigmentua fotoaktibatzen da, elektroiak molekula garraiatzaile bati pasatuz.
- 3- Elektroi garrai katea (E.G.K): Fotosistemako elektroiak hartu eta garraiatu egiten dituzte protoi gradientea sortuz.

Pigmentuak hainbat motatakoak izan daitezke, eta gainera, pigmentu bakoitzak uhin luzeera desberdineko izpiak xurgatzen ditu.

Bakterio mota:	Pigmentu xugatzaileak:	Pigmentu laguntzaileak:
Zianobkterioak	klorofila eta fikobiliproteinak	Fikozianina, alofikozianina (argiaren xurgapena eta energiaren transferentzia beste pigmentuei)
Proklorofitoak	klorofilak (2)	
Bakterio gorriak	bakterioklorofilak (2)	Karotenoideak (fotooxidazioen aurkako babesleak)
Bakterio berdeak	bakterioklorofilak (4)	Karotenoideak
Heliobakterioak	bakterioklorofila	

- FOTOTROFIA MOTAK:

Fototrofia bidez hazten direnak bakterioak bakarrik dira. Fotosintesia 2 motatakoa izan daiteke, oxigenikoa, non oxigenoa ekoizten den; eta anoxigenikoa, non oxigenorik ekoizten ez den. Fotosintesi oxigenikoa zianobakterioek eta proklorofitoek burutzen dute, anoxigenikoa berriz, bakterio gorriek, bakterio berdeek eta heliobakterioek.

Lehenengo izaki bizidunak bakterio fototrofo berdeak eta gorriak izan ziren, eta hauek fotosintesi anoxigenikoa burutzen zuten, horietatik zianobakterioak sortu ziren, hori dela eta filogenetikoki erlazio estua dutela esan dezakegu.

Eukarioto fosintetizatzaile, zianobakterio eta bakterio gorri eta berdeen arteko ezberdintasunak:

Ezaugarria:	Eukariotoak:	Zianobakterioak:	Bakterio berde eta gorriak:
Pigmentua	Klorofila a	klorofila a	bakterioklorofilak
II. fotosistema	bai	bai	ez
Elektroi emailea	ura	ura	H ₂ , H ₂ S, S, konposatu organiko bat
O ₂ aren ekoizpena	bai	bai	ez
Energia eta ahalmen erreduzitzailea	ATP, NADPH	ATP, NADPH	ATP
Karbono iturria	CO ₂	CO ₂	CO ₂ edo konposatu organiko bat

Lehen esan bezala, bakterio fotosintetizatzaile oxigenikoak zianobakterioak dira, eta anoxigenikoak bakterio gorri eta berdeak, azken talde honetan, bakterio berde sulfureoak eta ez-sulfureoak, eta bakterio gorri sulfureoak eta ez-sulfureoak aurkitzen dira.

Beheko taula honetan ikus ditzakegu horien guztien arteko desberdintasunak:

Ezaugarriak:	B. berde sulfureoak	B. berde ez-sulfureoak	B. gorri sulfureoak	B. gorri ez-sulfureoak	Zianobakterioak
Pigmentuak	Bakterioklorofila k(a+c,d,e)	Bakterioklorofilak(a+c)	Bakterioklorofila (a,b)	Bakterioklorofila (a,b)	Klorofila (a) + fikobiliproteinak
Mintz fotosintetikoaren morfologia	Klosomak				
Elektroi emailea	H ₂ , H ₂ S, S	Fotoheterotrofoak: azukreak, aminoazidoak edota azido organikoak. Fotoautotrofoak: H ₂ , H ₂ S	H ₂ , H ₂ S, S	Molekula organikoak, batutena sufredun konposatu erreduzituak edo H ₂	H ₂ O
Sulfuro metakina	Bai, zelulatik kanpo.	Ez	Bai, zelularen barnean	Bai, zelulatik kanpo	Ez
Fotosintesi mota	Anoxigenikoa	Anoxigenikoa	Anoxigenikoa	Anoxigenikoa	Oxigenikoa, batzuetan anoxigeniko fakultatiboa.
Metabolismo mota	Derrigorrezko anerobioak: fotolitrotrofoak	Aukerazko anaerobioak. Fotoheterotrofoak gehienetan, batzuetan fotoautotrofoak edo kimioheterotrofoak (aerobiosian eta iluntasunean)	Derrigorrezko anerobioak: fotolitrotrofoak	Normalean anaerobioak, fotoorganoheterotrofoak, fotolitrotrofo fakultatibo batzuk (iluntasunean, kimioorganoheterotrofoak izango dira)	Aerobikoa, fotolitrotrofoak

8- FOTOSINTESI OXIGENIKOA:

Fotosintesi oxigenikoa burutzen duten zianobakterio eta proklorofito garrantzitsuenen artean hauek aurkitzen dira:

- *Synechococcus*: itsasoan dagoen zianobakterioa da. Honek itsasotik ateratzen den oxigenoaren gehiengoa ekoizten du.
- *Prochlorococcus*: hau ere itsasoan bizi den proklorofito bat da.
- *Crocospaera* eta *Trichodesmium*: hauek nitrogenoa finkatzen duten zianobakterio itsastarrak dira.

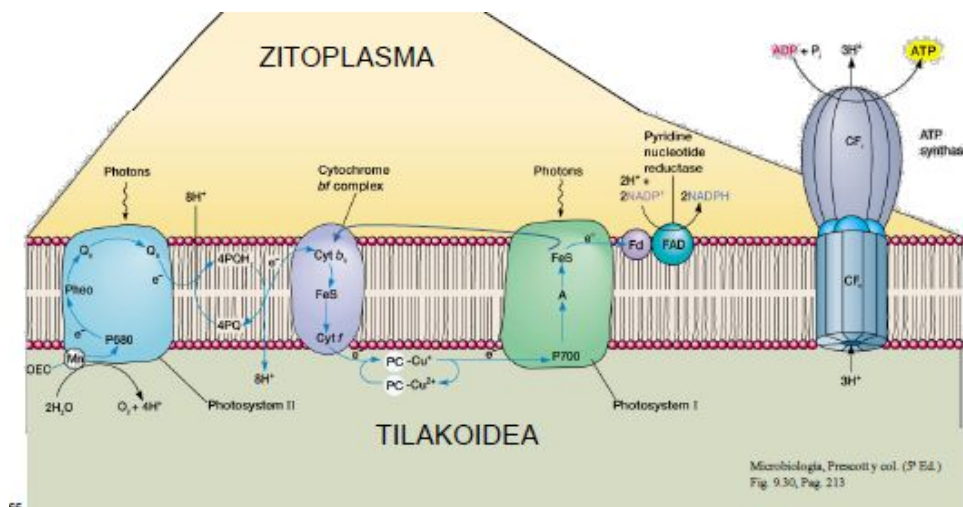
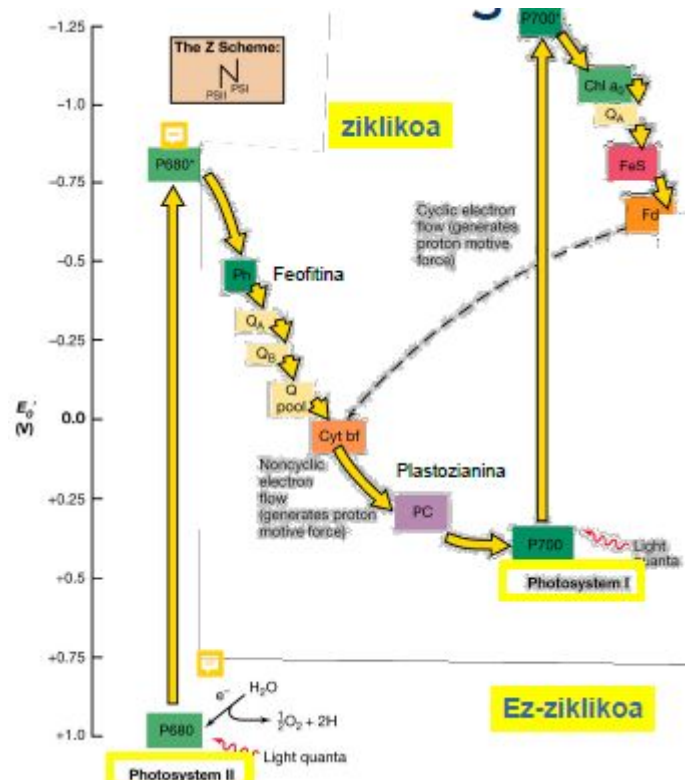
Fotosintesi oxigenikoan gertatzen den elektroir garraioari Z ereduia esaten diote. Prozesu hau honela gertatzen da:

Lehenik eta behin uraren bereizketa ematen da, eta oxigenoa eta protoiak eratzen dira. Ur molekularako elektroir bat P680 molekula oxidatuari ematen zaio, honek argia xurgatzen duenarekin batera. Argiaren energiari esker, P680ek a feofetina erreduzitzen du, eta hortik, mintzeko garraiatzeetara eramaten da, bertan elektroir mugituz. Mintzeko garraiatzaileen artean, kinonak, zitokromoak eta kobrea duten plastoianina aurkituko dira. Plastoianinak emango dio elektroira I fotosistemako P700 molekulari. Honek argia xurgatu eta NADP⁺ erreduzitu du E^o handiagoa duten garraiatzaileetatik bidaliz elektroira.

Elektroira II fotosistemako hartzailetik I fotosistemako klorofilara mugitzen denean, indar protoi-higiarazlea sortzen da, eta indar hori aprobetxatuz, ATPa ekoizti daiteke. ATPa sortzeko modu horri fotofosforilazio ez-zikliko deritzo; garraiatzen den elektroira ez baita II fotosistemara itzultzen, horren ordez, NADP⁺ erreduzitzeko erabiltzen baita.

Aitzitik, erredukzio-indar nahikoa dagoenean, ATPa ere ekoizti daiteke I fotosistemaren bidez, elektroir garraio zikliko burutuz. Bertan, elektroiriak

ferredoxinatik bf- zitokromo konplexura mugitzen dira; modu horretan, elektroiriak P700era itzultzen dira eta fluxu horrek mintzeko potentziala eratzen du, ATP gehiago sortuz, baina NADP⁺ erreduzitu gabe.



Hala ere, fototrofo oxigenikoak diren mikroorganismo batzuk, zenbat baditzetan fotosintesi anoxigenikoa burutu dezakete. Horren adibide zianobakterio batzuk dira, adibidez *Oscillatoria limnetica*.

Jakina da, H₂S-a dagoenean, inhibitu egiten dela II fotosistemako elektro-fluxua, beraz, fotosintesi anoxigenikoa ematen da. Prozesu honetan, I fotosistema bakarrik erabiliz eta elektro-emaile gisa H₂S ianez, CO₂a erreduzitzen dute. Elektro-emaile gisa ura ez erabiltzean, ez dute oxigenorik ekoizten. H₂S erabiltzean, sufre elementala sortzen da eta hau pikorretan metatzen dute zeula kanpoan.

FOTOSINTESI ANOXIGENIKOA:

Arestian esan bezala, bakterio gorriak bi motatakoak izan daitezke:

- Sufredunak: *Extothiorhodospira*, *Chromatium*.
- Ez-sufredunak: *Rhodospirillum*, *Rhodobacter*.

Bakterio berdeak ere, 2 taldetan sialkatzen dira.

- Sufredunak: *Chlorobium tepidum*
- Ez-sufredunak: *Chloroflexus aurantiacus*

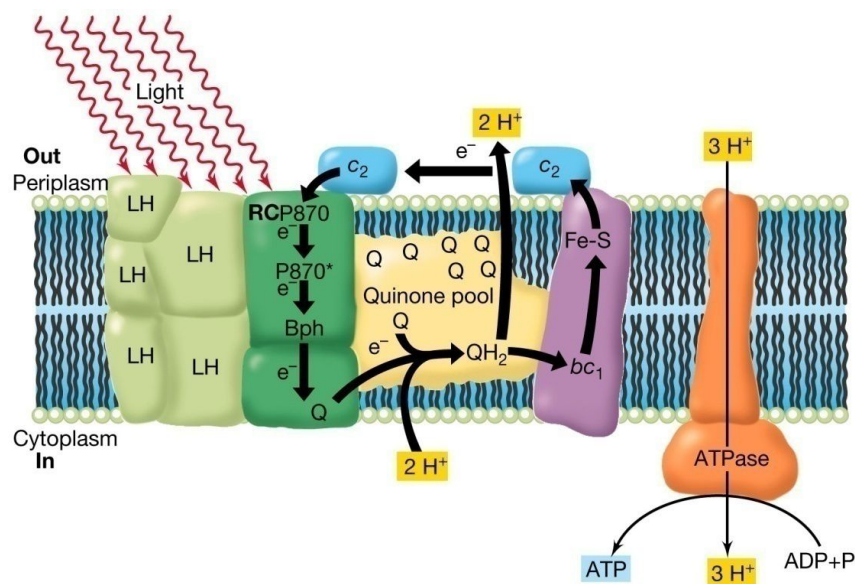
Bakterio purpuruen fotosintesi anoxigenikoa:

Fotosintesi anoxigenikoa azaltzeko bakterio purpuruen fotosintesian oinarrituko gara:

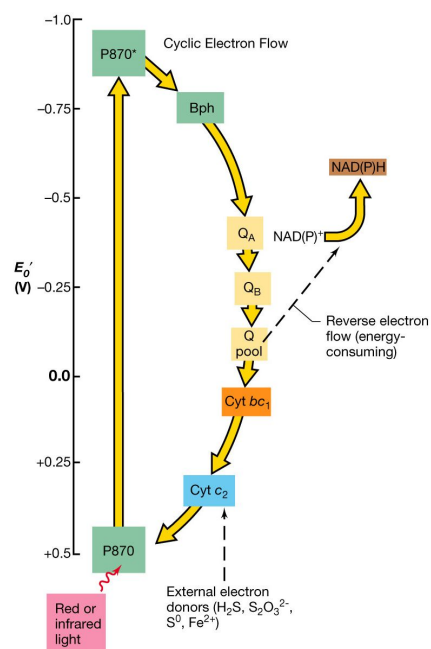
erreakzio-zentroak antena-funtzioa duten a bakterio-klorofilak ditu inguruan, hauek argiaren energia garraiatzen dute erreakzio zentrorara. Argi-energia estazioen bidez transferitzen da antenatik erreakzio zentrorara.

Energia xurgatutakoan, P870 emaile ahula kitzikatu eta emaile sendo bilakatzen da. P870 kitzikatuak erreakzio zentroan dagoen bakterio feofitina erreduzitzen du. Ondoren, feofitinak mintzean dagoen kinona multzoko kinona bat erreduzitzen du. Kinonatik abiatuta, elektroiak mintzean zehar garraiatuak dira E^o txikiko garraiatzaileetatik E^o handiagoa dutenetara. Elektro- garraiatzaile oinarritzkoen artean bc zitokromoa eta c zitokromoa daude. c zitokromoa periplasman aurkitzen da eta bc konplexuaren eta erreakzio zentroaren arteko bitartekari moduan jotzen du.

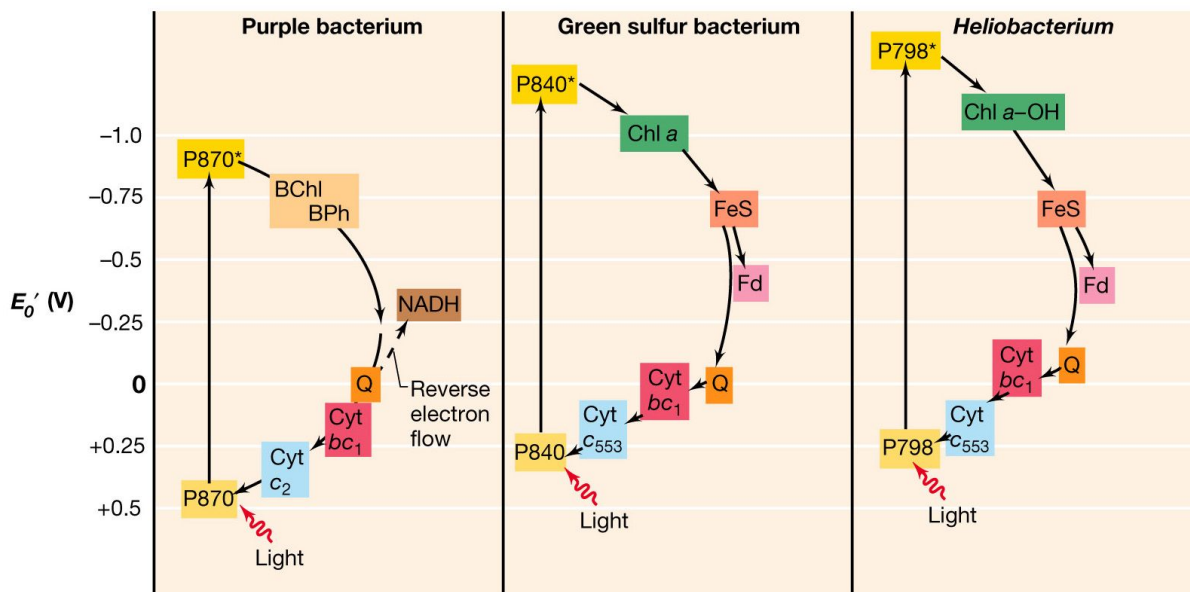
Elektroi fluxuan zehar indar protoi-motrizia sortzen da, eta ATPasak erabiltzen du ATPa sintetizatzeko, horri fotofosforilazio zikliko esaten zaio, elektroiak etengabean ziklikoki mugitzen direlako ziklo itxi batean.



Ahalmen erreduzitzailea lortzeko, elektroia garraio katetik ateraten dira, horretarako elektroiei emale bat beharrezkoa da. Hori dela eta, bakterio purpuru sulfuredunek, H₂S erabiliko dute elektroiei emale moduan. c zitokromoek hidrogeno sulfuroa oxidatzen dute, sulfre elementala askatuz eta hau zelularen barnean pilatzen da pikor moduan. Lorturiko elektroiak kinonak jasotzen ditu baina elektroiak atzerantz mugitu behar dira (gradientearen aurka), horretarako energia erabiltzen da. Azkenik NADP⁺ erreduzitzen da NADPH ekoizteko. Prozesu horri alderantzizko elektroifluxu esaten zaio.



Bakterio purpuruen eta bakterio berdeen eta heliobakterioen argipeko erreakzioak ezberdinak dira. Aipatu beharra dago, bakterio berdeetan eta heliobakterioetan, erreakzio zentroko bakterioklorofilek, kitzikatuta daudenean, askoz E^o negatiboagoa dutela, hori dela eta, ferredoxina NAD⁺ erreduzitzeko gai da, eta beraz, ez da alderantzizko elektroifluxua gertatu beharrik. Beraz, argipeko fasearen produktuak ATP eta erredukzio indarra dira. Bakterio berdeetan, erredukzio ahalmena lortzeko elektroiei emalea hidrogeno sulfuroa denean, S^o pilatuko da, baina zelulatik kanpo.



7. GAIA: NITROGENO, SUFRE ETA FOSFOROAREN ASIMILAZIOA.

1. SARRERA: ERREDUKZIO ASIMILATORIOA ETA DISIMILATORIOA.
2. NITROGENOAREN ASIMILAZIOA.
3. SUFREAREN ASIMILAZIOA.
4. FOSFOROAREN ASIMILAZIOA.

1. SARRERA: ERREDUKZIO ASIMILATORIOA ETA DISIMILATORIOA.

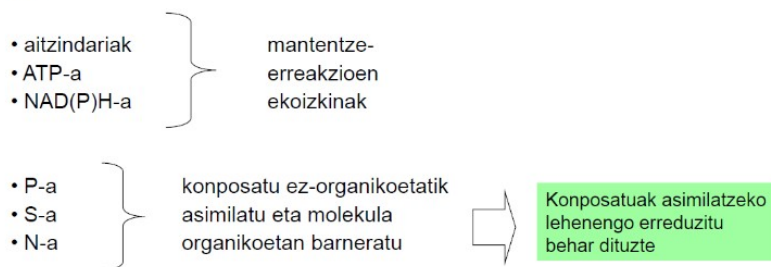
Orain arte karbonodun molekulen metabolismoa ikusi dugu. Baina, karbonoaz gain zelulek beste hainbat osagai ere behar dituzte. Hala nola aminoazidoak egiteko karbono molekulez gain nitrogeno bat ere behintzat behar da. Beraz, nitrogenoaren asimilazioa garrantzitsua da aminoazidoak egin eta ondoren proteinak lortzeko.

Sufrearen eta fosforoaren kasuan berdina gertatzen da. Elementu guzti hauek beharrezkoak dira molekula berezi batzuk sintetizatzeko eta ondoren makromolekulak lortu ahal izateko.

Horrexegatik gai honetan mikroorganismoek elementu hauek (nitrogenoa, fosforoa eta sufrea) lortzeko egiten dutena ikusiko dugu.

Orokorrean, mikroorganismo ia-ia guztiek nitrogenoa eta sufrea lortzeko molekula nitrogenodunak eta sufredunak erabiltzen dituzte, izan ere askotan molekula hauek egoera oxidatuan egoten dira (NO_3^- , SO_4^{2-}).

Mikroorganismoek biosintesia egiteko behar dituzten lehengaiak ondokoak dira:



Nitratoaren erabilera jada ikusi dugu aurreko ikasgaietan. Prozesu honetan nitrato hau erreduzitu egiten da eta nitritoa edo nitrogeno molekularra.... lortzen dira. Sulfatoarekin antzeko gauza gertatzen da. Sulfatoaren sufrea erreduzitzen da beraz elektroiak harrapatzen ditu eta prozesu honetan hidrogeno sulfuroa sortzen da. Aipaturiko prozesuak arnasketa anaerobioan ematen dira. Arnasketa anaerobio hauetan nitratoaren eta sulfatoaren **funtzioa** honakoa da: **azken elektro hartzailleak izatea**. Elektroiak hartu eta erreduzitu egiten dira. Sortzen diren molekulak , NO_2^- eta N_2 , eta H_2S arnasketa anaerobio honen hondakinak izango dira. Hondakinak direnez molekula hauek kanporatu egiten dira, askatu egiten dira. Arnasketa anaerobioen funtzioa energia sortzea denez, normalean prozesu hauetan nitrato eta sulfatoaren kantitate handiak erabiltzen dira eta horregatik hondakinak kontzentrazio handietan ekoizten dira eta kanporatu egiten dira eta ingurunean metatzen dira arnasketa anaerobioaren hondakin moduan.

Prozesu hauetan interesatzen zaiguna, nitratoaren erredukzioak eta sulfatoaren erredukzioak dira. Prozesu hauek erredukzioak dira , baina sortutako produktuak, hondakinak direnez kanporatu egingo dira. Horregatik esango dugu prozesu hauek erredukzio disimilatorioak direla. Prozesu hauetan inplikaturik dauden entzimak, adibidez nitrato erreduktasak edota nitrito erreduktasak direnez, **nitrato erreduktasa disimilatorioak** eta **nitrito erreduktasa disimilatorioak** deritzegu.

Entzima hauek oso espezifikoak dira eta soilik nitratoa arnasketa anaerobioa denean erreduzituko dute.

Baina guri gai honetan mikroorganismoek nitrogeno eta sufrea asimilatzea da, eta ez hondakin modura galtzea. Mikroorganismoen kasuan nitrogeno, sufrea behar dituzte, eta askotan hauen iturriak nitrogenoaren konposatu oxidatuak, adibidez nitratoa edota sulfuroaren konposatu oxidatuak (hau da sulfatoak) izango dira.

Ikus dezakegunez molekula berak dira arnasketa anaerobioan erabiliko direnak eta nitratoaren eta sulfuroaren asimilaziorako erabiliko direnak.

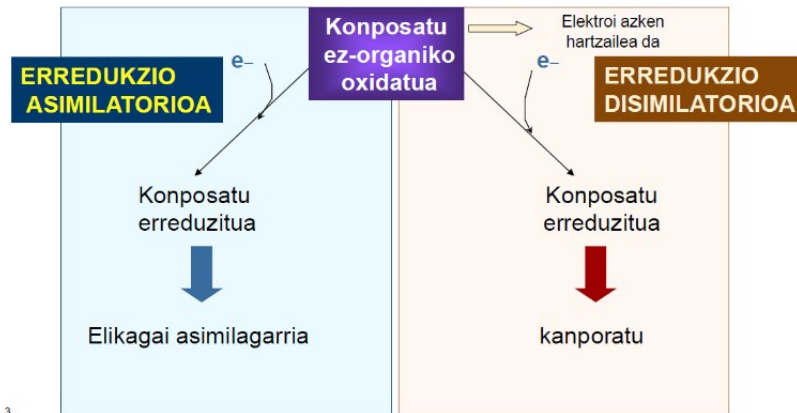
Asimilazioaren prozesuan, batzuetan nitratoa eta sulfreak egoten dira inplikaturik. Kasu hauetan molekula hauen **funtzioa nitrogeno edo sufre iturria izatea** da. Funtzioa guztiz desberdina da arnasketa anaerobioarekin alderatuz.

Mikroorganismoak nitrogeno eta sufrea asimilatzeko nitratoa eta sulfatoa erreduzitu behar ditu. Sortuko diren hondakinak berdinak izango dira sulfuroaren kasuan, nitratoaren kasuan amoniakoa izango da hondakina. Hau da sulfuroaren konposatu erreduzituak eta nitratoaren konposatu erreduzituak. Molekula hauek zelulak erabiliko ditu beste hainbat molekula sintetizatzen, hala nola: aminoazidoak, azetil Koentzima A... Sortutako molekulak biomasa sintetizatzen erabiliko ditu zelulak, biomasa handitzeko.

Erredukzio prozesu honetan inplikaturik dauden entzimak ere zehatzak dira, prozesua erredukzioa da berriro, baina kasu honetan esango dugu **erredukzio asimilatorioa** dela, sortutako produktuak zelularen barruan geratzen direlako. Beste puntu garrantzitsu bat erredukzio asimilatorioan honakoa da: NAD(P) eta

ATP beharrezkoak dira, hau da energia eta ahalmen erreduzitzailea behar dira.. Erredukzio asimilatorioak oso garestiak dira zelularentzat, eta horregatik lortzen diren produktuen kontzentrazioak baxuak dira eta soilik beharrezkoak diren molekulak sintetizatzen dira.

Beraz, nahiz eta hasierako molekulak batzuetan berdinak izan, prozesuak oso desberdinak dira.



Laburbilduz, honakoak dira bi erredukzio moten arteko desberdintasunak:

ERREDUKZIO ASIMILATORIOA

- Biosintesisirako beharrezko kantitatea erreduzitzen da
- Ekoizkinak zelulan geratzen dira makromolekulen barruan
- Prokarioto guztiek egin dezakete (eta onddo alga eta landare askok)
- Ematen diren erreakzioak eta jokatzten duten entzimak zehatzak dira

ERREDUKZIO DISIMILATORIOA

- Kantitate handiagoa erreduzitzen da (ahal den guztia)
- Ekoizkinak kanporatu egiten dira
- Prokarioto gutxik egiten dute metabolismo disimilatorioa
- Ematen diren erreakzioak eta jokatzten duten entzimak zehatzak dira

Asimilatorioa nitrogeno eta sufrea lortzeko modua denez prokarioto guztiek burutzen dute. Aldiz, erredukzio disimilatorioa arnasketa anaerobio mota horiek burutu ditzazketen mikroorganismoek soilik burutuko dute.

Bi prozesuetan entzima desberdinak erabiltzen dira eta horregatik beti zehaztuko dugu asimilatorioa edo disimilatorioa den.

Hau guztia aztertu ondoren asimilazio mota bakoitza bana-bana aztertzen hasiko gara.

2. NITROGENOAREN ASIMILAZIOA.

Nitrogeno iturriak mota desberdinetako molekulak dira.

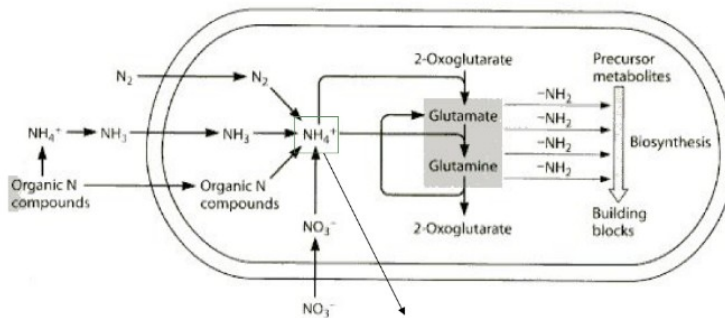
Errazena: molekula organikoak. Mikroorganismoek aminoazidoak, purinak, pirimidinak... badituzte, materia hori nahiko erraz erabiliko dute. Askotan kultibo medioetan aminoazidoak, triptonak... jartzen dira horregatik.

Hala ere batzuetan ingurunean beste nitrogeno iturri batzuk egoten dira eta molekula desberdinak erabil ditzazkete mikroorganismo mota desberdinek.

Ikasgai honetan 3 molekulen erabilera komentatuko dugu: amoniakoarena, nitratoarena eta nitrogeno molekularrena.

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Konposatu organikoetatik <ul style="list-style-type: none"> - Aminoazidoak - Purinak - Pirimidinak | <ul style="list-style-type: none"> • Konposatu ez-organikoetatik <ul style="list-style-type: none"> - Amoniakoa NH_3 - Hidroxilamina NH_2OH - Nitratoa NO_3^- - Nitritoa NO_2^- - Nitrogenoa N_2 - Zianuroa CN^- - Zianatoa OCN^- - Tiozianatoa SCN^- - Zianamida NCN^- |
|--|---|

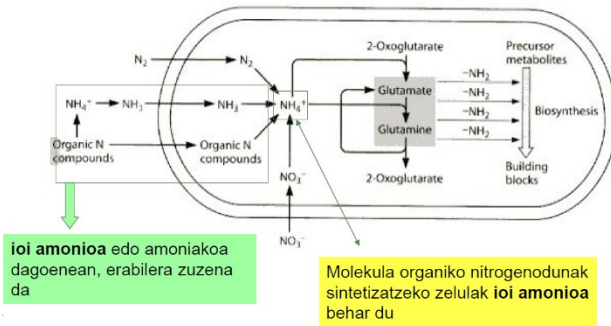
Nitrogenoaren



Molekula organiko nitrogenodunak sintetizatzeko zelulak **ioi amonioa** behar du

Eskeman ikus dezakegunez **oinarizko molekula amonio ioia** da. Horregatik, edozein iturri erabili ondoren, iturri hori amonio bihurtu beharko du zelulak. Iturriaren arabera, modu desberdinean burutuko da pauso hori.

Hainbatetan, iturria ingurunean disolbatutako **ioi amonio** bera izango da. Kasu honetan **erabilera zuzena** izango da. Ioi amonioa barrura sartuko da eta zelulak konposatu nitrogenodunak sintetizatzeko erabiliko du. (Erabilera zuzena)



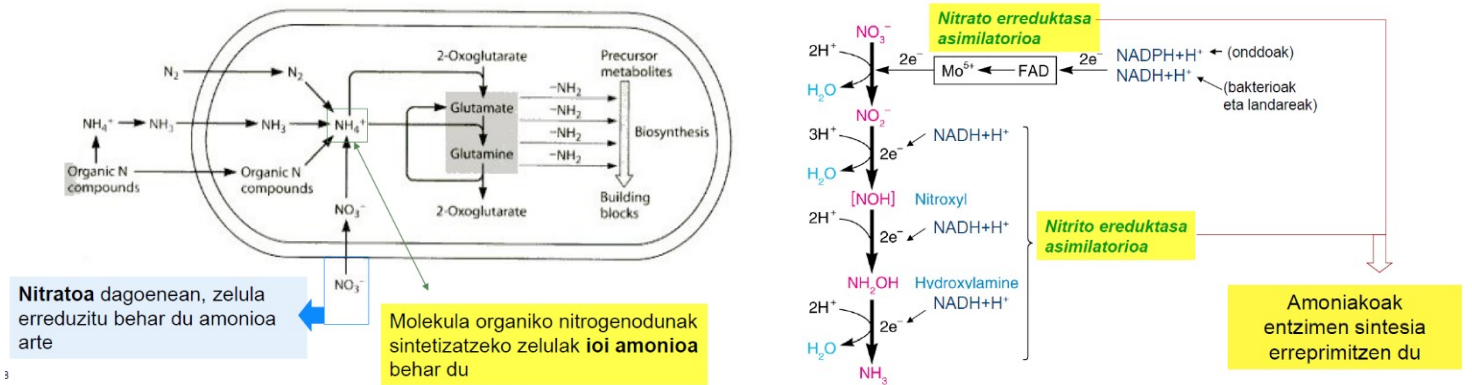
ioi amonioa edo amoniakoa dagoenean, erabilera zuzena da

Molekula organiko nitrogenodunak sintetizatzeko zelulak **ioi amonioa** behar du

Iturria **konposatu organikoak** badira, hala nola ingurunean disolbatutako aminoazidoak, aurreko prozesuaren berdin, arazo handirik gabe sartzen dira garraio sistema baten bidez. Barruan desaminazioa gertatuko da ioi amonioa sortuz, prozesu oso sinpleak dira eta zelulak ez du energia edo ahalmen erreduzitzailea erabili behar.

Baina, amonioa edota konposatu organikoak ez diren beste iturri batzuk ere badaude: hala nola nitratoa.

Nitratoa dagoenean nitratoa zelula barnera sartuko da baina nitrato honen nitrogenoa erabilgarria izateko nitrogeno atomo hau erreduzitu egingo da amoniora. Prozesu hori burutzeko entzima espezifikoak daude nitratoa amoniakora erreduzitzeko: nitrato erreduktasa asimilatorioa eta nitrito



erreduktasa asimilatorioa.

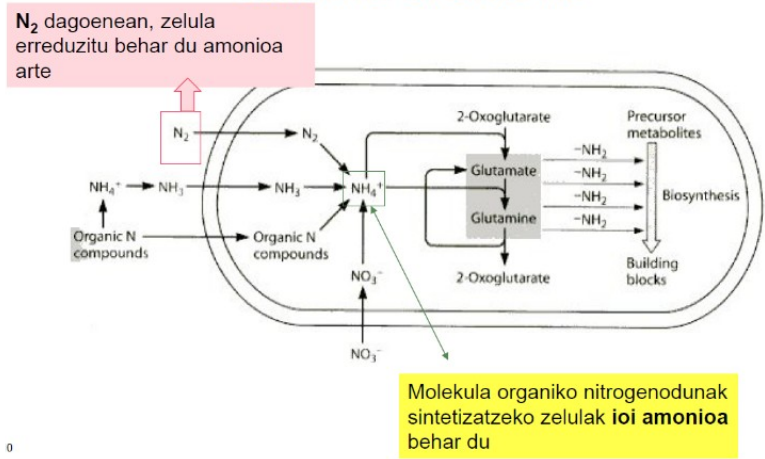
Nitrato erreduktasak molibdenoa behar du. Garrantzitsua: erredukzio prozesuan zehar zelulak ahalmen erreduzitzailea behar du.

Entzima hauek aktibo egongo dira beste nitrogeno iturri errazagoak ez daudenean. Ikusi da nola amoniakoa dagoenean entzima hauen aktibitatea ixilarazi egiten dela. Entzima hauek zelulan sintetizatuko dira amoniakoa ez dagoenean eta zelulak nitratoa erabili behar duenean.

(Nitrato eta nitrito erreduktasa disimilatorioak arnasketa anaerobioen prozesuan non agertzen ziren? Disimilatorioak soilik sintetizatzen dira oxigenoa ez dagoenean. Oxigenoak erreprimitzen duelako molekula hauen sintesia.)

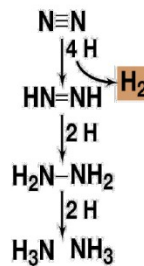
Asimilatorioen kasuan, sintesia soilik gertatzen da amonioa ez dagoenean. Hau da, molekulen erregulazioa guztiz desberdina da.

Gure hirugarren nitrogeno iturria oso ugaria da: **nitrogeno molekularra**. Prozesu hau prokariotoen zelula batzuetan soilik geratzen da. Bakterio batzuek eta arkeo batzuek nitrogenoaren finkapena egingo dute. Horretarako lehenengo lana nitrogenoaren molekula hori apurtzea da, baina arazo bat dago, izan ere molekula hau oso egonkorra da. Apurketa hori emateko energia asko behar da. Prozesu hau industrian egiten denean honako baldintzak erabili behar dira: presio altuak eta tenperatura altuak. Naturan prokarioto hauek baldintza normaletan egiten dute **nitrogenasa** konplexu entzimatiokoari esker. Nitrogenasa konplexuak honakoa egingo du: dinitrogeno molekula hori apurtu eta nitrogeno atomo bakoitza erreduzituko du bi amoniako molekula sortuz. Nitrogeno molekularren erredukzioa burutzeko zelulak batetik ahalmen erreduzitzailearen kantitate altua eta energia ere erabili beharko du. Esan bezala prozesu hau garestia da zelularentzat eta normalean mikroorganismoek nitrogeno iturri guztiak amaiturik daudenean eta nitrogeno molekularra soilik erabil



dezaketenean burutzen dute.

- **Bakarrak prokariotoek** burutzen dute
 - *Archaea* batzuek
 - *Bacteria* batzuek
- N₂ molekulan nitrogeno atomoen oxidazio egoera 0-koa da.
- Atomoak oso egonkorak dira
 - Asimilatzeke, zelulak NH₃ arte erreduzitu behar du
 - Bi nitrogeno atomoen arteko lotura apurtzeke **energia** beharrezkoa da



Overall reaction

$$8 \text{ H}^+ + 8 \text{ e}^- + \text{N}_2 \rightarrow 2 \text{ NH}_3 + \text{H}_2$$

$$16-24 \text{ ATP} \rightarrow 16-24 \text{ ADP} + 16-24 \text{ P}_i$$

NITROGENASA
konplexua

INDUSTRIA KIMIKOAN	PROKARIOTOAK
200 atm + 800°C	1 atm + T <i>in situ</i>

Nitrogenasa oxigenoarekiko oso sentikorra da. Horregatik baldintza anaerobioetan soilik egoten da funtzional, eta oxigenoa dagoenean nitrogenasa ez da funtzional egongo. Hau arazo bat da, izan ere nitrogeno molekularra finkatzeko ahalmena duten mikroorganismo asko aerobioak dira eta batzuk gainera oxigenoa ekoizten dute, hala nola zianobakterioak. Beraz, zer egingo dute?

-Nitrogeno finkatzaileak derrigorrezko anaerobioak direnean (*Clostridium* genero batzuk) ez dago arazorik.

-Nitrogeno finkatzaileak aukerazko anaerobioak badira, oxigenoa dagoenean metabolismo aerobioa burutuko dute, eta baldintzak horietan ezingo dute nitrogenoa finkatu. Aldiz, anaerobiosi baldintzetan nitrogeno molekularra finkatuko dute. Beraz, ingurune baldintzen arabera nitrogeno molekularra finkatuko dute edo ez.

--Hainbat mikroorganismo baldintza aerobioetan finka dezakete nitrogenoa. Arnasketa aerobioa azkarra burutuko dute eta oxigeno oso azkar erabiliko dute (erreduzituko dute), honela zelularen barnean mikrogunean anaerobio batzuk sortzen dira non nitrogenasa funtzional egongo den.

- Sinbionte batzuen kasuan, nitrogenasa proteina babesgarri batzuekin lotzen da eta ingurune anaerobioa sortzen da zonalde horretan, bertan nitrogeno molekularren fijazioa burutuko delarik. Hala nola, *Rhizobium*-en kasuan. Estrategia honen adibiderik ezagunena *Rhizobium* bakterioen eta leguminosoen arteko erlazio sinbiontea da. Mikroorganismo nitrogeno finkatzailea *Rhizobium* da, bazilo mugikorak, normalean lurrean bizi direnak. Nitrogenoa finkatzeko erlazio berezi bat garatu dute leguminosoen sustraiekin. **Honakoa gertatzen da:**

Rhizobium bazilo mugikorra denez lurretik mugitzen da urari esker eta sustrai egokia topatzean, sustraiaren azaleran lotuta geratzen da. Momentu honetan bakterioek molekula berezi batzuk sintetizatzen eta kanporatzen dituzte: nodulazio faktoreak. Molekula hauek agertzean leguminosoen ile erradikalak kurbatu egiten dira, eta honela posible izango da bakterioa ile erradikaletatik sartzea, sustraietara sartuz.

Sartu diren prokariotoak, *Rhizobium* hauek aldatu egiten dira, aldaketa batzuk jasaten dituzte. Hoberen ikusten dena morfologia aldaketa da: flageloak galtzen dituzte eta baziloaren morfologia aldatzen da. Honako morfologiak ikusten dira: Y formakoak, v formakoak. Morfologiaren aldaketa hau gertatzen denean (leguminosoen sustraien barnean) zelulak **bakteroide** egoeran daudela esango dugu, jada ez dira bazilo mugikorak izango baizik eta mugiezinak eta morfologia aldatuak. Sustraiaren barnean daudenean bakterio horiek taldekatu egiten dira eta bertako mintza landareak sintetizatutako

izango da eta poltsa txikien barnean bakterioideak geratzen dira. Poltsa horri **sinbiosoma** deritzen, barnean bakterioide batzuk daudelarik.

Zelula hauek zatitu eta hazi egingo dira sinbiosomaren barnean. Landareek sinbiosoma hauek landareen ehunak sintetizatuko dituzte eta egitura hauek handituko dira, egitura makromolekularrak sortuz. Hauek noduluak izango dira eta begibistaz ikusten diren 2-3mm-tako egitura borobiltxuak dira, normalean nahiko gorrixkak. Nodulu hauen barnean sinbiosomak daude eta sinbiosomen barnean rhizobiumen bakterioideak. Noduluak eratzean (bertako zati bat landareen zelulak dira eta beste zati bat rhizobium-en bakterioideak) egitura hauetan nitrogenoaren fijazioa gertatzen da.

Nodulu hauetan landareen materiala dagoenez, kanpoan urdinez agertzen dena landareen zitoplasma da. Landareen zelula hauen barnean sinbiosomak daude. Sinbiosomen barnean bakterioideak daudelarik. Nodulu hauek jada eratuta daudenean landareen eta prokariotoen artean proteina bat sintetizatzen dute leghemoglobina. Proteina honetan bi zati daude, bata zati proteikoa eta beste zati bat hemo taldea.

Noduluak hartu eta neurtzean ikusiko dugu proteinarik ugariena leghemoglobina izango dela. Hau da, leghemoglobina ugari sintetizatzen dute, honen kolorea nahiko gorria denez nodulu horiek gorrixkak dira.

Landarean molekula organikoak agertuko dira. Landareko goiko partean fotosintesia gertatuko da eta goiko zatian sintetizatutako molekulak substraietara joango dira. Landareen zitoplasman fotosintesiaren bidez sintetizatutako molekula organiko asko (azukreak, aminoazidoak...) bakterioideetara pasatuko dira. Bakterioide hauek metabolismo zentralaren bidez erabiliko dituzte.

Kimioorganotrofo aerobioak direnez, azukreak, azido organikoak degradatuko dituzte eta prozesu honetan molekula organiko batzuk sortuko dira. Molekula hauek ondoren gehiago degradatu dira, elektroiak sortu eta ATZ zikloan sartuko dira. NADH asko sortuko da.

Azken finean molekula organikoen oxidazioa emango da elektroiak sortuz. Ondoren elektroio horiek elektroio garraio kate batean sartuko dira, bakterioidearen mintzean dagoen elektroio garraio kate batean. Esan dugunez bakterioideak aerobioak dira, beraz oxigenoa behar dute oxigenoa baita azken elektroio hartzailea. Orduan, oxigenoa beharrezkoa da, baina mikroorganismo hauetan esan dugu nitrogenasa aktibo dagoela, nitrogeno molekularraren fijazioa gertatzen baita. Nola gerta liteke? Hemen parte hartzen du leghemoglobinak. Proteina hau oxigenoarekin konbinatzen da, oxigenoaren tranpa bat da. Dagoen oxigenoa harrapatuko du, beraz nitrogenasaren funtzioa gertatzeko jada arazorik ez da egongo oxigeno askerik ez baita geratuko, honela nitrogenasa funtzional egon daitekeelarik. Oxigeno hori erabilgarria izango da oxigeno hori elektroio garraioaren azken etapan askatzen baitu erabili ahal izateko.

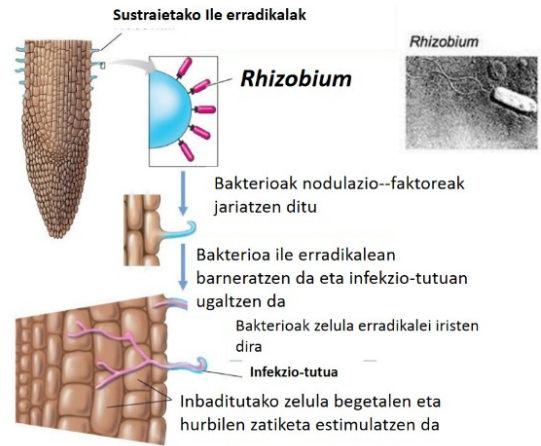
Oxigenoa dago baina ez aske: nitrogenasa aktiboa.

Oxigenoa behar deneko momentutan beharrezkoa den gunera askatuko da. Helburua; oxigenoa libre ez egotea.

Nitrogenasa aktibo dagoenez nitrogeno molekularra finkatuko da. Horretarako beharrezkoak diren energia eta ahalmen erreduzitzailea metabolismo zentraletik lortuko dira.

Amoniakoa sortuko da eta amoniakoren molekulak hainbat molekuletan finkatuko dira nitrogenodun molekulak sortzeko, batzuk bakterioidean geratuko dira, baina beste bazuk atera egingo dira eta landareen zeluletara pasako dira, eta landareek proteinak **Prozesuaren garapena** adibidez sintetizatuko dituzte.

Hau dela eta honako mikroorganismoak mikrobiologia aplikatuan erabiltzen dira. *Rhizobium* adibidez bioingari gisa erabiltzen da. Ongarri hauek salgai egon ohi dira, hala nola axion plusnitro. Bioingaria izanda rhizobium mikroorganismoen suspentsio bat izango da. Rhizobiumen genero bat izango da, *japonicus*. Salgai dagoen materiala mikroorganismoaren suspentsioa da eta honako zelula hauek sojaren aleak tratatzeko erabiltzen dira.



Nitrogenasa **oxigenoarekiko oso sentikorra** da
Nola babesten da **nitrogenasa**?:

- N₂ finkatzaile batzuk derrigorrezko anaerobioak dira
- Beste batzuek bakarrik anaerobiosian finkatzen dute N₂
- Aerobioak/oxigenikoak direnak:
 - Arnasketa azkar-azkar burutzen du zelulak
 - Proteina babesgarriekin lotzen da nitrogenasa
 - Nitrogenasa toki berezian daude-> **heterozistea**

Bio- ongarriak, motak

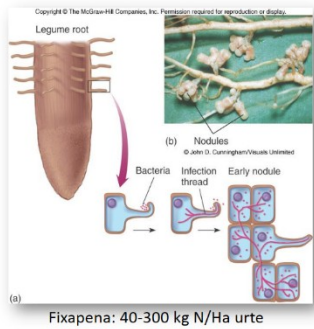
Nitrogenoaren finkatzaileak

Fosforoaren solubilitzaileak

Fosforoaren harrapatzaileak

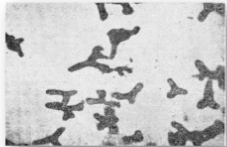
Hazkuntzaren eragileak

Sinbiosien bidez:
Landare leguminosoak eta *Rhizobium*

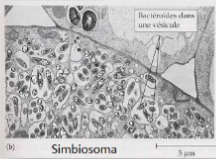
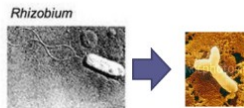


-Beste kasu batzuetan nitrogenasa aktibo egongo da, baina soilik zelula berezi batzuetan. Hau askotan mikroorganismo firukarietan ematen da, kateak eratzen dituzten mikroorganismoetan. Kate hauetan zelula normal asko egongo dira baina noizbehinka zelula bereziak sortuko dira non ingurune anaerobioa egongo den, bertan nitrogenoaren finkapena emango da. Sortzen diren zelula bereziei **heteroziste** deritze. Heterozisteena azaltzeko zianobakterioen adibidea hartuko dugu.

Prozesuaren garapena



Sustraiko zeluletan *Rhizobium* bakterioa bakterioide bihurtzen da.

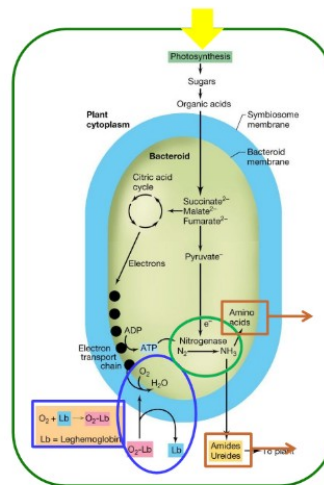


Simbiosoma eratzen da: bakterioideen taldea, landarearen mintzaz inguratuta dagoena



Landare zelulen eta bakterioideen artean egitura bereziak sortzen dituzte: **noduluak**

Sinbiosiko nitrogenoaren finkapena



Leghemoglobina: bakterioaren (hemo-ak) eta landarearen artean sintetizatutako proteina.
→Bakterioidea: hemo taldea
→Landarea: apoproteina

Oxigenoa harrapatzen du eta nitrogenasa babesten du



+ Marbete

AxiON Plus Nitro está elaborado utilizando la tecnología más avanzada del mercado y presentado en envases estériles de última generación que aseguran las mejores condiciones de supervivencia de los rizobios.

AxiON Plus Nitro tiene la mejor relación precio-calidad, asegurando al productor el mejor producto a un costo razonable.

Características

Es un inoculante líquido en medio estéril formulado en base a la bacteria *Bradyrhizobium Japonicum*, Cepa E-10⁹, recomendada por las entidades de investigación más importantes del mundo por su capacidad de fijar nitrógeno.

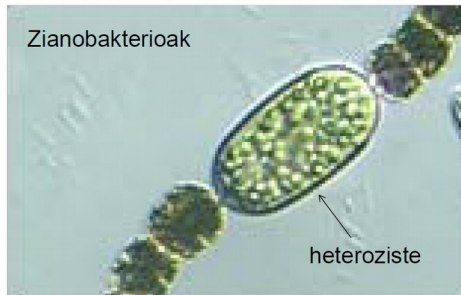
Concentración

Más de 3x10⁹ bacterias por ml de producto a la elaboración y no menos de 3x10⁸ bacterias por ml de producto al vencimiento.

Presentación

Bag in Box x 5 Litros, para inocular 2.500 Kilos de Semillas de Soja (Aproximadamente 50 bolsas)

Zianobakterio hauek kateak osatzen dituzte. Zelula hauek fototrofoak dira eta fotosintesi oxigenikoa burutzen dute. Argia dagoenean fotosintesia burutuko dute, fotosintesi oxigenikoa. Honela, mikroorganismo hauetan nitrogenu iturri errazak ez daudenean: amoniakoa, nitratoa... kateko zelula batzuk aldatu egiten dira eta heteroziste bihurtzen dira, honako irudiko kasua bihurtuz (Goi eta behekoak zelula normalak direla ikus dezakegu, baina erdikoak berezia da, heterozistea da (zelula bakoitza mikroorganismo bat da).)



Heteroziste hauetan aldaketa batzuk ematen dira:

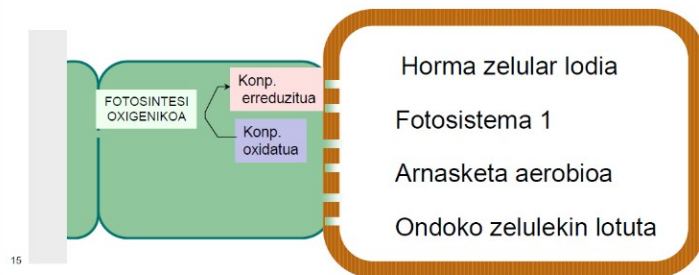
-Horma zelular handiagoa dauka, kanpoko oxigenoaren sarrera ekiditeko.

- Zelula begetatibo normalean 2 fotosistema daude, baina heteroziste hauetan II Fotosistema desagertu egiten da eta honek esan nahi du heteroziste hauetan oxigenoa ez dela sintetizatuko nahiz eta argia egon.

Heteroziste hauek ondoko zelulekin lotuta daude poroen bidez eta honela materialen transferentzia ahalbidetzen da. Ondoko zeluletan oxigenoa egongo denez heterozisteetara poroetatik oxigeno apur bat sartuko da. Oxigeno horrekin azkar-azkar arnasketa aerobioa burutuko dute eta honela heterozisteetan ingurune anaerobioa sortuko da. Honela, nitrogenasa aktibo egongo da.

Nitrogenasaren aktibitateerako ATP (20 inguru) eta ahalmen erreduzitzailea behar ondokoa

Ondoko organismo



erreduzitzailea direnez gertatzen da: zelulak

fotosintetikoak direnez, fotosintesi oxigenikoa burutzen dute, bertan, fase argitsua eta iluna daudelarik. Gainera, autotrofoak dira eta calvin zikloaren eta fotosintesiaren energia eta ahalmen erreduzitzailea erabiliz CO_2 erabiltzen dute

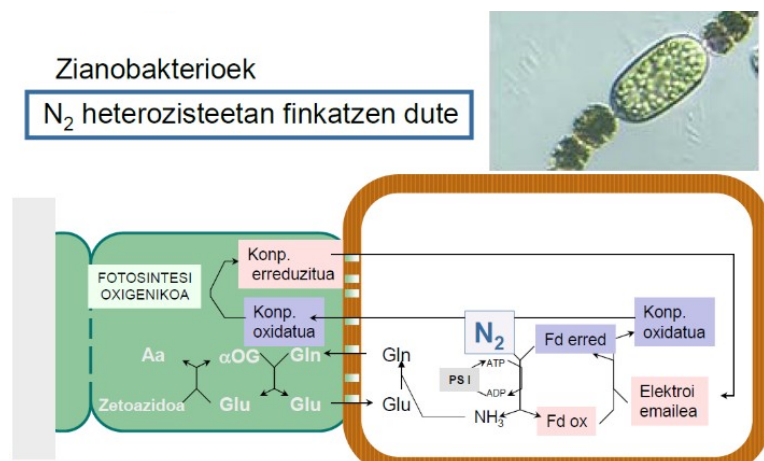
molekula organikoak sintetizatzeko (Adib. Glizeraldehido 3-fosfata, pirubatoa...), hau da molekula aitzindariak.

Bi zelulak lotuta daudenez, ondoko zeluletan sortzen diren molekula organikoak heterozisteetara pasako dira. Heterozisteetan honakoa gertatuko da:

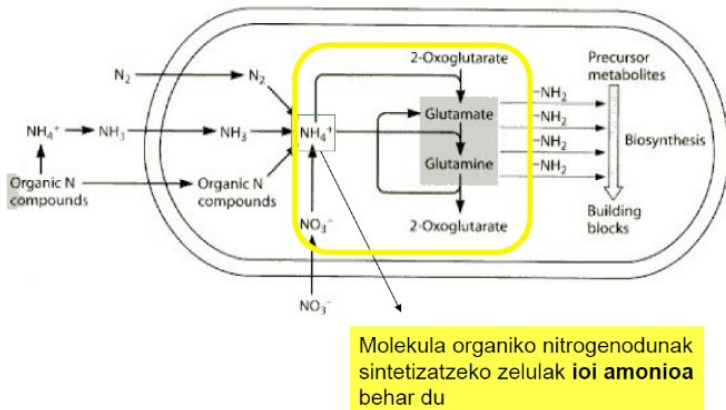
Arnasketa aerobioa gertatzen denez oxigenoa eta konposatu organiko bat beharko dira, elektroiei eta energia iturri izateko. Konposatu hori ondo zelulatik lortzen dutena izango da. Arnasketa aerobioaren bidez konposatu hori erabili eta CO₂ sortu eta aterako da. Ahalmen erreduzitzailea ere sortuko da molekula organiko horren metabolismoan. Ahalmen erreduzitzaile hori ferredoxina erreduzitu moduan gordetzen da. Orain arte ahalmen erreduzitzaile hitza erabiltzean NADH eta horrelakoei buruz hitz egin dugu, baina kasu honetan ferredoxina erreduzitua da. Honela ferredoxina erreduzitua izango da elektroien iturria nitrogenasaren aktibitatea gertatzeko. Horretarako, nitrogenasak nitrogeno molekularra, energia (gogoratu heteroziste hauetan fotosistema bat aktibo dagoenez posible dela fosforilazio edo fotosintesiaren zati ziklikoa ematea eta ondorioz ATPa argiaren energia erabiliz lortuko da), eta ahalmen erreduzitzailea (hau konposatu organikoaren degradaziotik lortzen dute) erabiliko ditu.

Nitrogenasa aktibo badago nitrogenoaren erreduktzioa emango da energia eta ahalmen erreduzitzailea erabiliz, honela amoniakoa sortuko delarik. Amoniakoa molekula organiko batekin elkartuko da, normalean glutamina bihurtuko da eta hori ya beste zeluletara pasako da.

Garrantzitsua da zelula normaletan fotosintesi ematea konposatu organiko erreduzituak sortzeko, ondoren heterozisteeek erabili ahal izateko.



Honela ikusi ditugun kasu guztietan: nitrogenu molekularra, nitrato, amoniako erabiliz zelulak lortzen duena amoniakoa da. Amoniako hori molekula organiko batean kokatu beharko da molekula



Molekula organikoetan finkapena

Amoniakoaren kontzentrazioa txikia denean

Amoniakoaren kontzentrazioa altua denean

organiko nitrogenoduna lortzeko. Hau bi sistemen bidez lortzen da, mikroorganismo batzuetan sistema bakarra dago eta besteetan bi.

Batean honakoa gertatuko da: zelularen barruan sortutako amoniakoa glutamiko molekula batean finkatzen da glutamina sortuz. Hau gertatzeko energia beharrezkoa da. Eta gero glutaminaren bigarren talde amino hori alfa zetoglutariko molekulara pasatzen da glutamiko bat emateko. Transaminasen bidez alfa zetoazidoak aminatzen dira aminoazidoak sintetizatzeko.

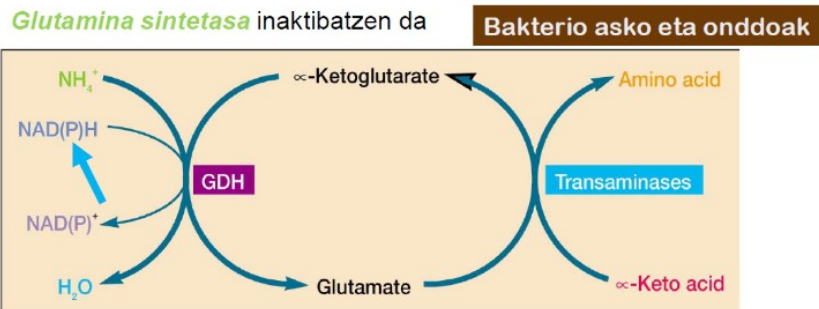
1. etapan energia behar da eta bigarreanean ahalmen erreduzitzailea beharrezkoak dira.

Gastu honi esker aminoazido desberdinak lortzen dira, proteinak sintetizatzeko beharrezkoak direnak.

Sistema honetarako 2 entzima dira beharrezkoak: glutamina sintetasa eta glutamato sintetasa, eta gero baita transaminasa desberdinak ere lortu nahi diren aminoazidoen arabera.

Sistema hau mikroorganismo jakin batzuetan soilik gertatzen da.

la-ia guztietan honako sistema gertatzen

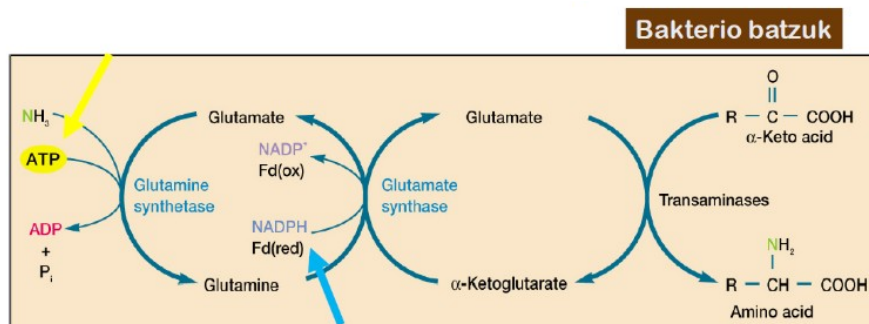


zelula beste hau da:

**Glutamato deshidrogenasa
Transaminasak**

beharrezkoa den amoniakoaren kontzentrazioa pixka bat handiagoa izan behar da: inplikaturiko entzimak glutamato deshidrogenasa eta transaminasak dira. Alfazetoglutaratoaren aminazio zuzena gertatzen da. Prozesu hau pixka bat merkeagoa da, ez da energiarik behar soilik ahalmen erreduzitailea. Aktibo eta ondo egoteko hasierako amoniakoaren kontzentrazioak nahiko altuak izan behar dira.

Mikroorganismo batzuetan biak egitea dago, kontzentrazioaren arabera bat edo bestea egongo delarik funtzional. Beste mikroorganismo batzuetan azken hau soilik dago funtzional.

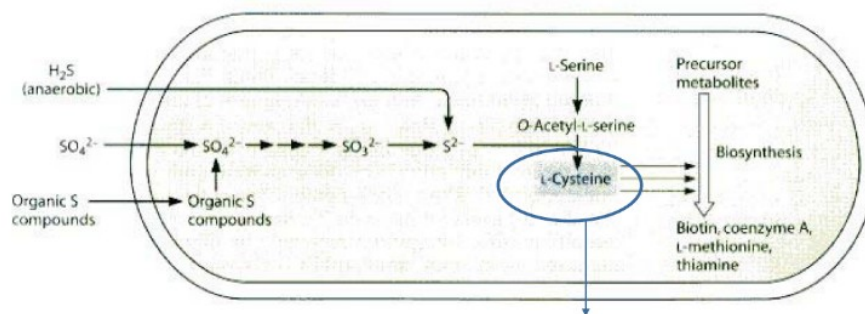


**Glutamina sintetasa
Glutamato sintetasa
Transaminasak**

3. SUFREAREN ASIMILAZIOA.

Sistema nahiko antzekoa da. Kasu honetan molekula sufredunak sintetizatzeko L zisteina lortu behar da. Honetarako sulfrearen iturri batzuk erabiltzean zelularen helburua L zisteina sintetizatzea da. Horretarako ioi sulfuroa lortu behar du zelulak. Nola lortzen ditu **ioi sulfuro** horiek? Aukera desberdinak daude inguruneko baldintzen arabera.

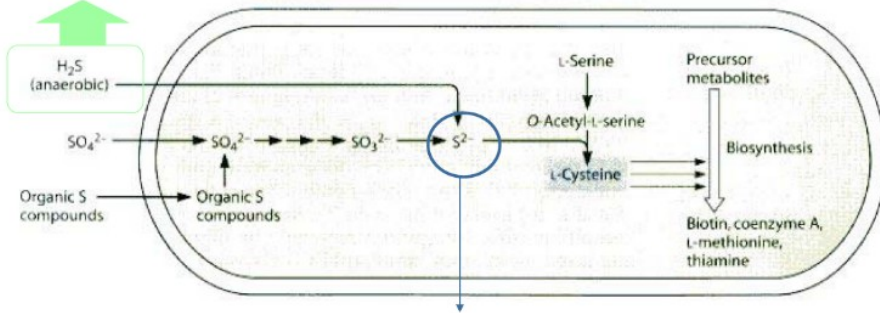
Baldintzak anaerobioak direnean sufre iturri egokiena askotan hidrogeno sulfuroa izaten da, izan ere baldintza anaerobioetan molekula hau egonkorra da. Izan ere anaerobiosioan normalean hidrogeno sulfuro asko dago, izan ere anaerobiosian hidrogeno sulfuro asko lortzeko arnasketa anaerobio batzuetan sulfrearen molekula batzuk izango dira elektroiti hartzaileak hidrogeno sulfuroa lortuz. Honela baldintza anaerobio hauetan hidrogeno sulfuroa egonkorra da eta honela mantenduko da, eta beste mikroorganismo batzuek erabiltzea egokia izango da sulfrea asimilatuz.



L-zisteina

Zelularen oinarritzkoa molekula sufreduna da

Anaerobiosian ioi sulfuroa egonkorra da: erabilera zuzena

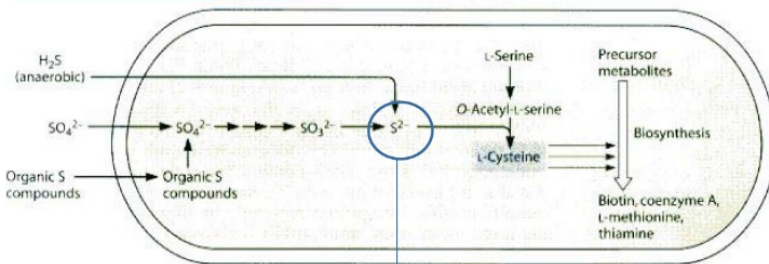


L-zisteina sintetizatzeneko ioi sulfuroa behar da

Baina,

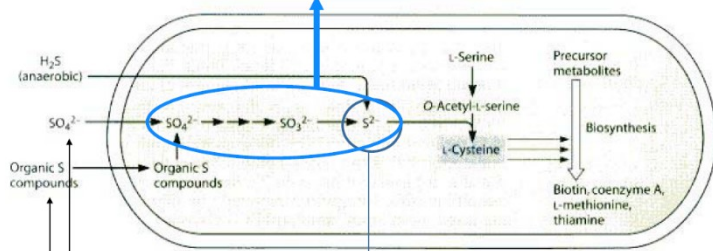
baldintza aerobioetan molekula hori ez denez egonkorra, berehala oxidatzen da hidrogeno sulfuroa desagerraraziz. Kasu honetan beste molekula sufredun batzuk erabili beharko dituzte mikroorganismo hauek sufrea harrapatzeko. Molekula hauek sulfatoak izan ohi dira, sulfato zuzena edo sulfato konposatu organikoen deribatuak. Sulfatoa bada erreduzitu egiten da hidrogeno sulfuroa arte.

Aerobiosian sulfhidrikoa ez da egonkorra: beste iturri batzuk



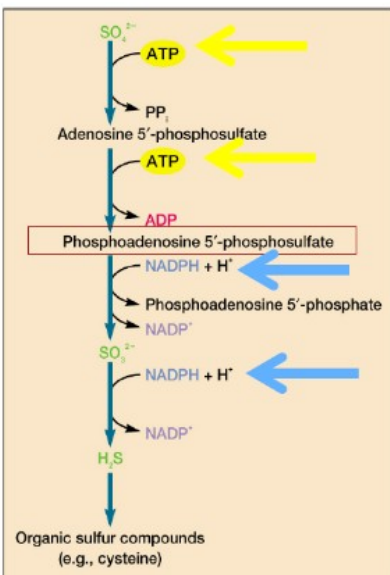
L-zisteina sintetizatzeneko ioi sulfuroa behar da

Sulfatoaren erredukzioa



SULFATOA zuzena SULFATOa, konposatu organikoen deribatua

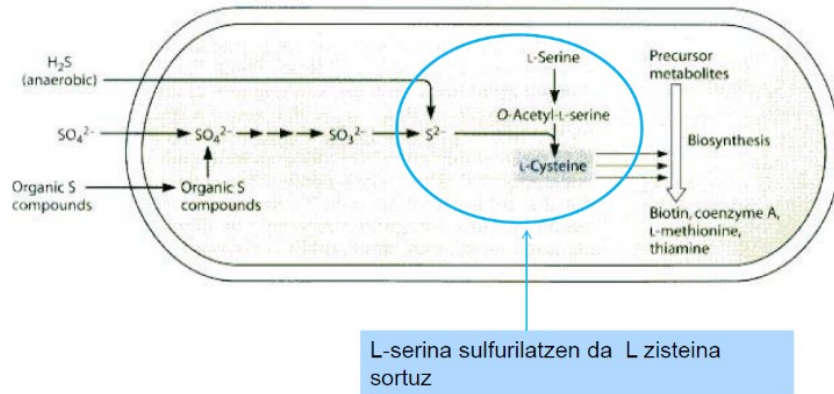
L-zisteina sintetizatzeneko sulfhidrikoa behar da



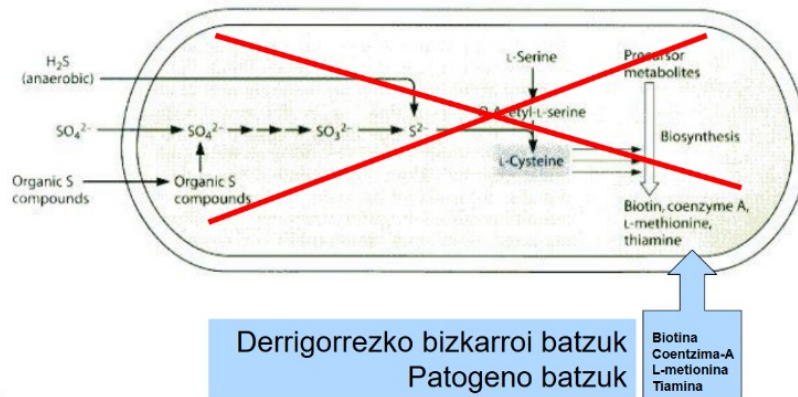
Sulfato organikoa badago, hidrolizatu egiten da sulfatoa lortzeko. Sulfato hori erreduzitu beharko du zelulak hidrogeno sulfuroa arte. Hau prozesu konplexu bati esker lortzen da, prozesu honetan energia eta ahalmen erreduzitzailea erabili beharko direlarik.

Prozesu honetan sulfatoa aktibatu behar da, 2 ATP molekulei esker eta konplexu bat eraten da. Konplexu hau erreduzitu egingo da hidrogeno sulfuroa lortzeko. Oso prozesu garestia da zelularentzat baina beharrezkoa da ondoren zisteina sintetizatzeneko. Hemen sartuta dauden entzimak sulfato erreduktasa asimilatorioak izango dira.

Ondoren hidrogeno sulfuroa zisteina sintetizatzen da. Horretarako serina erabiltzen da. Zisteinatik molekula desberdinak sintetizatuko dira: a koentzima ...



Garrantzitsua: mikroorganismo batzuetan ikusi da honako prozesu guzti hauek (ez dugu pdf-an) ez direla agertzen. Ondorioz, mikroorganismo hauek derrigorrez biotina, koentzima a edota thiamina hartu behar dituzte. Hauek ezin dituzte sintetizatu eta ingurunetik hartu behar dituzte. Hau mikroorganismo patogeno batzuetan eta derrigorrezko bizkarroiak direnean ikusi da. Ze mikroorganismo mota dira, derrigor metionina hartu behar badute, edo biotina hartu behar badute? Auxotrofoak. Auxotrofoen kasuan bide metaboliko batzuk ez funtzional daudenez, elikagai moduan hartu beharko dituzte.



4. FOSFOROAREN ASIMILAZIOA.

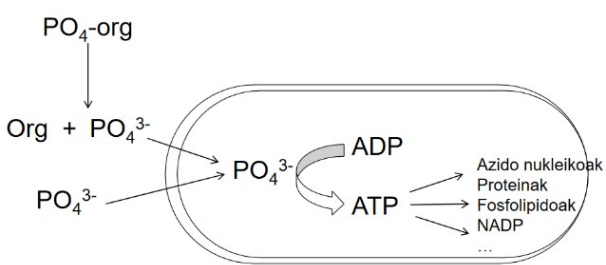
Fosforoa inportantea da proteinak, azido nukleikoak, fosfolipidoak, NADP... egiteko.

Molekula biologiko guzti hauek egiteko zelulak behar duen oinarrizko molekula ATPa da. ATPa energia forma bat da, baita fosforo iturria ere. ATP sintetizatzeko zelulak talde fosfato ez organikoa behar du. Fosfato ez organiko hori ingurunean egongo da orduan zuzenki hartu eta erabiliko du, edota fosfato organiko moduan egongo da.

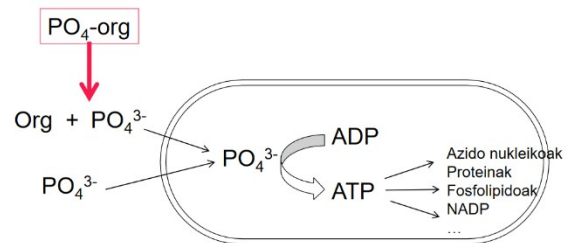
Fosfato organikoaren kasuan, oso molekula handia denez eta karga duenez ezin da zelulara sartu. Horregatik zelulak kanpoan hidrolizatu beharko dituzte fosfato ez organikoa lortzeko. Hau entzima extrazelularren bidez, kasu honetan fosfatasen bidez lortzen da. Fosfatasa mota asko daude. Fosfatasa hauek molekula organikoak hidrolizatuko dituzte fosfato ez organikoa eta molekula organikoak lortzeko.

Behin ATP lortuta molekula fosforodunak sortuko dira.

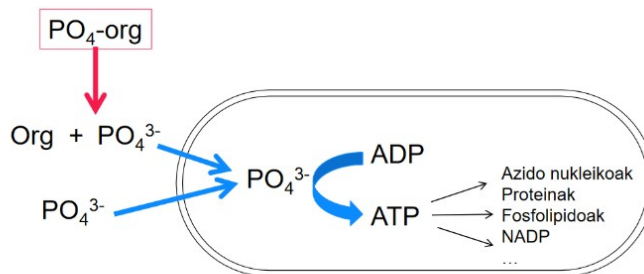
Honela 7. Gaia amaitutzat emango dugu, honela metabolismoaren gaiak amaitu ditugularik.



P dago fosfatoetan, organiko zein ez-organikoetan



Zelula fosfato organikoarekiko iragazkaitza da. Fosfatasen bidez, hidrolizatzen du fosfato ez-organikoa sortuz



Fosfato ez-organikoa sartzen da zitoplasmara. Han ATP-a sintetizatzeko erabiltzen da.

8. MIKROORGANISMOEN HAZKUNTZA LABORATEGIAN

Mikroorganismo zelulabakarren populazioen hazkuntza, zatiketa zelularrekin batera ematen da: zelula bat bitan zatitzen denean, indibiduo berri bat sortuko da. Dena den, bi fase desberdindu ditzakegu:

- Banako hazkuntza: mikroorganismo zelularen tamaina baino handitzen ez denean.
- Populazio hazkuntza: banako baten tamaina eta materiala bikoiztu ondoren, bitan zatitzen denean.

Naturan, hazkuntzan eragiten duten faktore fisiko, kimiko eta biologikoak oso aldakorrak dira, eta hortaz, hazkuntza-abiadurak ere.

Ingurune baldintza eragileen artean, mikroorganismo mota bai eta tenperatura, elikagaiak, pH-a, O₂-a eta bestelakoak aurki ditzakegu.

Mikroorganismoen hazkuntza ulertzea, mikroorganismoetatik aplikazioak lortzeko edota mikroorganismoen euren hazkuntza ekiditeko aurrerapausoa da. Laborategian, posible izango dugu aipaturako kanpo-faktore hauek kontrolatzea.

Hazkuntza hau neurtzeko, hainbat aspektu behatu eta kuantifika ditzakegu:

- Zelulen kopuruaren hazkuntza.
- Biomasaren hazkuntza.
- Zelulen tamaina eta osagaien hazkuntza.
- Elikagaien desagerpena.
- Metabolitoen metaketa.

Guzti hauek, zelula populazioen inguruko informazioa emango digute.

1. ZELULA KOPURUA NEURTU

3 metodo daude:

- Zelula guztiak kontatu → handipena, hazkuntza parametroen bidez.
- Zelula kultibagarriak kontatu
- Turbidimetriak: Uhertasun / absorbantzia neurria erabili

- **Zelula guztiak neurtu:**

-Iragazketa zutabeaz → lagina iragazi eta porta batean kokatu.

-Mikroskopiaorekin behatu.

-Behaketa naturalki izan daiteke, mikroskopiaoren ezaugarriak aldatuta :
epifluoreszentzia, kolore aldaketa...

-Edota tindaketa beharrezko izan daiteke.

-Lagin solidoa bada → likidotu beharko da, lehenik: haragia, "Stomacher" bidez filtratzen da.

-Mikroorganismoek gain, partikula gehiago badaude, zailagoa izango da behaketa.

-Horretaz gain, lagina fixatu beharra dago.

- Epifluoreszentzian, konposatu fluorokromo batekin egiten da tindaketa.

-Mikroorganismo desberdinak behatzeko: bakoitza tindatzaile espezifiko batekin tindatuko da.

-Mikroskopiaok bihurketa-faktorea behar du:

Dentsitatea kalkulatzeko, portzio txiki bat behatzen dugunez, mikroskopiaok iragazkin horren proportzioaren datuak eman behar dizkigu.

+Adibidez: ur-lagin batean bakterio dentsitate bat neurtu nahi bada:

- ✓ **EPIFLUORESZENTZIAZ**

-100 µl ur hartu.

-Tindatu → laranja akridinak (fluoreszentzian), az. nukleikoekin erreakzionatzen duenez, mikroorganismo guztia tindatuko ditu.

-Lagina iragazkitik pasa: 0,22 µm-koa (polikarbonatozkoa).

-Epifluoreszentzia mikroskopioan jarri → porta baten gainean.

-Eremu bakoiztean dagoen mikroorg. kopurua zenbatu.

+BIHURKETA-FAKTOREA: 30.954 bada, iragazkin batean dagoen eremu-kopuruaz hitzegiten digu.

i. Batez bestekoa kalkulatu:

B.B: 145bakt/eremu → eremu bakoiztean neurtu.

ii. Iragazkinaren benetako bolumena:

Bihurketa-faktorea: 30.954 eremu/iragazkin.

$$145 \frac{\text{bakt}}{\text{eremu}} \cdot 30.954 \frac{\text{eremu}}{\text{iragazkin}} = 4,77 \cdot 10^6 \frac{\text{bakt}}{\text{iragazkin}}$$

iii. Iragazkitik pasatako bolumena 100µl-koa dela kontuan hartuta,

$$4,77 \cdot 10^6 \frac{\text{bakt}}{100\mu\text{l}} \cdot \frac{1000\mu\text{l}}{1\text{ml}} = 4,77 \cdot 10^7 \frac{\text{bakt}}{\text{ml}}$$

✓ KONTAKETA-GANBERAK

-Ganbara hauek zati zehatzetan banatuta daude → guztietan sartzen den bolumena berdina izanik.

-Mikroskopiaon behatuta, karratu bakoitzean agertzen den mikroorg. kopurua zenbatzen badugu, batez bestekoa atera dezakegu:

*Adib: Hemozitimetroetan → $4 \cdot 10^{-6}$ ml/karratu sartzen da.

$$12 \frac{\text{zel}}{\text{karratu}} \cdot \frac{\text{karratu}}{4 \cdot 10^{-6} \text{ml}} = 3 \cdot 10^6 \frac{\text{zel}}{\text{ml}}$$

-Metodo hau nahiko mikroorganismo handietan erabiltzen da.

MIKROSKOPIO EPIFLUORESZENTEA

-Laginaren bolumena kontuan hartu.

KONTAKETA-GANBARA

-Berdin digu laginaren bolumenak.

$$X \cdot \left(\frac{\text{zel}}{\text{eremu}}\right) \cdot \left(\frac{\text{eremu}}{\text{iragazkin}}\right) \cdot (\text{disolb. bol}) \cdot (\text{diluzioa}) \quad X \cdot \left(\frac{\text{zel}}{\text{karratu}}\right) \cdot \left(\frac{\text{karratu}}{\text{kar. bol}}\right) \cdot \left(\frac{1}{\text{diluzio}}\right)$$

- **Zelula kultibagarriak neurtu (ereinketa-medio solidoetan):**

-Zelula kultibagarrien dentsitatea, kolonietan kokatutako zelule kopurua neurtuz lortzen da: zelula potentzial batek → kolonia bat eratuko du.

+KUS: kolonia unitate sortailea.

-Diluzioa egiten da: $10^{-1} \rightarrow 10^{-2} \rightarrow 10^{-3} \rightarrow 10^{-4}$... Geroz eta diluzio gehiago, orduan eta errazagoa izango da kontaketa.

-Diluzioen erreplikak, datuak ziurtatu ahal izateko.

-Kalkuluak hartzeko, diluzio egokienarekin egingo ditugu: 30-300 KUS artean dituztenak.

-Hartutako bolumena (ml) izan bada : $\text{KUS/ml} \cdot 1/\text{diluzioa} = \text{KUS/ml}$.

-Hartutako erreplikaren bat oso desberdina ateratzekotan, baztergarria da. Prozesuan akatsen bat egon dela esan nahiko du.

-Kultibo hauetan, parametro guztiak eduki beharko ditugu kontrolpean:

- ✓ Medio mota: orokorra, mikroorganismo guztientzako, espezifikoa...
- ✓ Lagin mota: likidoa izatekotan, arazorik gabe. Solidoa bada, "Stomacher" bidez likidotu.
- ✓ Inkubazio-baldintzak: O_2 presentzia, T^a , argiaren presentzia... Inkubatuko den mikroorg. arabera alda daitezke.

- **Turbidimetria:**

-Mikroorganismo dentsitatearen eta absorbantziaren arteko erlazio lineala atera beharko dugu.

-Geroz eta mikroorganismo gehiago, orduan eta absorbantzia handiagoa (opakoagoa).

-Kalibrazioa: dentsitate jakinak eta desberdinak dituzten tutuekin zuzen patroia bat eratzean datza, ondoren hartutako laginak honekin konparatu ahal izateko.

- **Pisu lehorraren kalkulua:**

-Lehendabizi lagin likido bat zentrifugatuko dugu → mikroorganismoak metetua egingo dira behean kokatutako pastilan.

-Inkubatu ondoren, pastila pisatu.

-Emaizta: zelula gramo/ml.

Mikroorganismoen hazkuntza laborategian egiten da:

- Leku itxian → kanpoko elikagaien sarrerarik gabe, hasierako elik. Kontzentrazioa jaisten joango da. Kultura desjarraikia.
- Leku irekian → elikagaiak eta kultura medioa sartu, eta baliabideak konstante mantenduko dira, kanpotik gehituz. Kimiostatoaren bidezkoa.

-Lagin bat hartuz joango gara, denboran zehar.

-Hazkuntza lerro bat finkatuko dugu, behatutako laginen arabera. Hazkuntza prozesuak hainbat fase ditu:

1. LAG fasea: latentzia fasea.
2. Fase ESPONENTZIALA: hazkuntza handikoa.
3. Fase GELDIKORRA: dentsitatea konstante mantentzen denekoa.
4. HERIOTZA fasea: mikroorg. heriotza.

1. LAT FASEA (latentzia fasea)

-Inokulaziotik → benetako hazkuntza hasi artekoa.

-Mikroorganismoak, baldintza berrietara moldatu beharko dira:

- Zaharrak direlako → osagai berriak sintetizatu beharko dituzte.
- Zaurituak daudelako → errekueratu beharko dira.
- Kultibo-medio berria izanik → elikagai berrietara moldatzen diren entzimak sintetizatu beharko dituzte.

+Dena den, baliteke fase hau pasatu behar ez izatea.

-Iraupena, mikroorganismo motaren, kultibo-medio egoeraren eta inkubazio egoeraren arabera da.

ZELULAK	KONPOSAKETA	
Hazten ari diren zelulak	Konposaketa berdinekoa	EZ
Hazten ari diren zelulak	Konposaketa desberdinekoa	BAI
Fase geldikorreko zelulak	Edozein kultibo medio	BAI
Kultibo-medio aberatsean egondako zelulak	Medio eskasa	BAI

2. FASE ESPONENTZIALA

-Mikroorganismoak hazten eta zatitzen direneko fasea, asetasunerarte. Hainbat faktoreren arabera:

- Potentzial genetiko
- Kultibo-medio mota.
- Inkubazioa

-Populazioa oso homogeneoa da: guztiak hazten ari dira, egoera berdintsu batean.

-Hazkuntza orekatua: konposaketa kimikoa konstantea da, eta biomasaren bikoizketa zelularen osagaien bikoizketarekin bat dator.

-PARAMETROAK:

- Hazkuntza-abiadura (V): Kultiboan agertutako zelula berrien kopurua denboraren unitatean.
- Hazkuntza abiaduraren konstante espezifiko (μ).
- Bikoizte denbora (g): zelula batetik bi zelula sortzeko beharrezko denbora.

PARAMETROEN KALKULUA

*Adib:

-Ereinketa baten azpilagina hartuko dugu orduro.

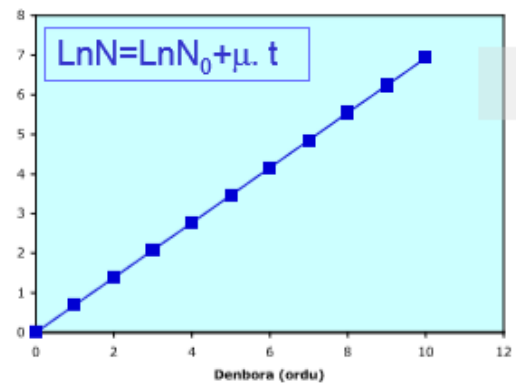
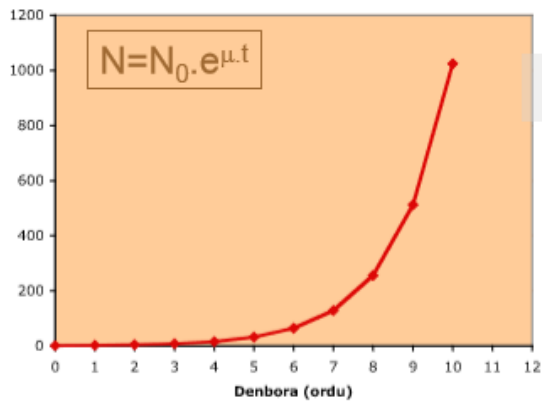
-Taula batean ipini lortutako datuak → grafikotu.

$$- V = \mu \cdot N$$

-Lortutako grafikoa, funtzio esponentzial bat emango digu → guk soilik fase esponentzialeko datuak erabiliko ditugu (zati esponentziala, malda handienekoa).

-Fase esponentzialeko datuak → logaritmorara pasako ditugu.

$$- N = N_0 \cdot e^{\mu t} \rightarrow \ln N = \ln N_0 + \mu \cdot t$$



- μ ren kalkulua:

-Eskuz egindako grafiko batean \rightarrow bi punturen arteko malda kalkulatzeko da:

$$m = \left(\frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \right) \rightarrow m = \mu$$

-Puntu asko badaude, zuzen perfektu bat osatzen ez dutenak (ohikoa) \rightarrow erregresio zuzen bat kalkulatzeko da, eta zuzen honen ekuazioaren malda (m deiturikoa) izango da gure μ konstantea:

$$Y = mx + n \rightarrow m = \mu$$

- g (bikoizketa-denbora) ren kalkulua:

$$N = 2 \cdot N_0 \rightarrow \ln 2N = \ln N_0 + \mu \cdot t \rightarrow t = \frac{\ln 2N - \ln N_0}{\mu} = g$$

- V ren kalkulua:

$$V = \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{4-1}{2} = 1,5 \frac{\text{bakt}}{\text{ml} \cdot \text{h}}$$

-Hazkuntza-abiadura dentsitatearekin erlaziona dezakegu.

*Adib: 30°C temperaturan,

- E.coli = 0,35
- B.subtillis = 0,25 $\cdot h^{-1}$
- P. aeruginosa = 0,15

-Bakoitzak μ balio zehatza dauka \rightarrow zenbat eta handiagoa, orduan eta azkarrago haziko da.

-Tenperatura aldatuta, baldintzak ere aldatu egiten dira (hazkuntza abiadura...)

-Kultibo medioak ere eragina dauka \rightarrow glukosa [] handitu ahala, hazkuntza igo.

3. FASE GELDIKORRA

Momentu bat iristen da, zeinean populazioa mantendu egiten den: abiadura, dentsitatea...

-Zelula batzuk oraindik zatitzen ari dira, baina beste asko hiltzen.

-Elikagaiak agortzen ari direlako, konposatu toxikoak sortu eta metatzen ari direlako edota lekuarekin arazoak daudelako.

-Fase esponentzialarekin konparatuta:

- ✓ Zelula hazkuntza desorekatua da.
- ✓ Metabolito sekundarioak sortzen dira
 - Antibiotikoak \rightarrow sintesi industrialean oso ondo kontrolatzen da mikroorg. hazkuntza.
- ✓ Esporen sorrera ematen da \rightarrow egitura jalkikorra.
- ✓ Zelulak erresistenteagoak bilakatuko dira \rightarrow baina ugaltzeko gaitasuna gutxinaka galduz.

-PARAMETROAK:

- Uzta maximoa (M): zelula kopuruaren handipen maximoa.
- Etekina (Y): uzta maximoa eta erabilitako substratuaren arteko erlazioa.

PARAMETROEN KALKULUA

- **M** uzta maximoaren kalkulua:

$$M = M_t - M_0$$

- M_t = fase geldikorraren hasierako zel. kopurua.

- M_0 = kultiboan hasieran inokulatutako zel. kopurua.

- **Y** etekinaren kalkulua:

$$Y = \frac{M}{(S_0 - S_t)}$$

- S_0 = hasierako substratua.

- S_t = bukaeran geratzen den substratua.

Portzentaietan kalkulatzeko, bi magnitudeak g-tan egon beharko dira. Zatiketa honi, x100 baino ez diogu egin beharko.

4. HERIOTZA FASEA

-Hiltzen ari diren zelulen kopurua hazten direna baino altuagoa da.

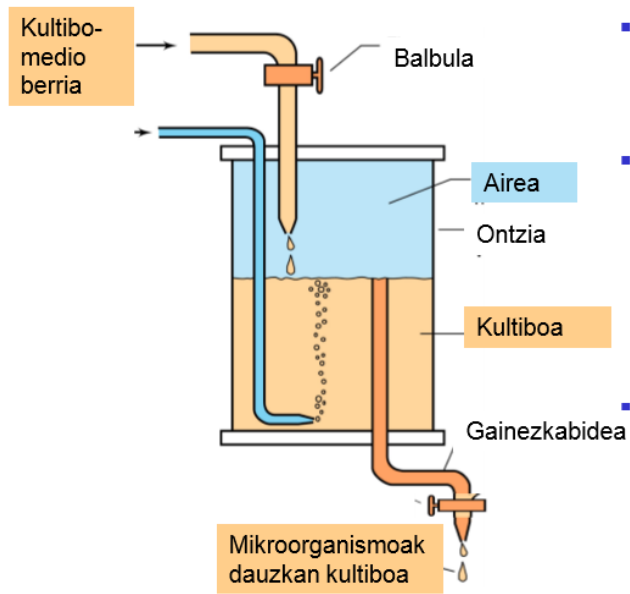
-Hiltzen diren zelulak lisatzekotan, erraz detekta daiteke → bestela zailagoa da mikroskopioz behatu arren → hilak daudenak bizirik daudela ematen duelako.

-KUS neurtzen badugu, hots, ugal daitezkeen zelulak, malda negatiboa aterako da.

KULTIBO JARRAIKIAK

-Kimiostato deritzon tresnaren bidez egiten dira → elikagai mugatzailearen (substratua) kontzentrazioa konstante mantentzen du.

-Turbidostatok → uhertasuna neurtuko du.



- Sistema honen bidez **hazkuntza** **exponentziala eten gabe** mantentzen da
- Fluxu abiadura eta kultibo medio berriaren konposizioa kontrolatuz, ikertzaileak kontrolatzen du
 - Mikroorganismoen hazkuntza abiadura
 - Mikroorganismoen dentsitatea
- Erabilerak:
 - Ikerketa fisiologikoak
 - Mikroorganismoen ekologia ikertzeko
 - Mikroorganismoak isolatzeko

9. GAIA: MIKROORGANISMOEN HAZKUNTZA INGURUNE NATURALETAN

Inguruneko baldintza fisiko-kimikoak azkar aldatzen dira eta askotan desfaboragarriak dira. Hori dela eta oso zaila da hazkuntza orekatua gertatzea. Normalean, baldintza faboragarrietan hazkuntza azkarra ematen da eta desfaboragarrietan, berriz, moldatu egin behar dute, ondorioz ez da hazkuntzarik gertatzen eta biziraun ala hil egingo dira.

Esan bezala, ingurune faktore fisiko-kimikoek eragina dute mikroorganismoen hazkuntzan. Hori esanda, hazkuntza onartzen duten tartea defini dezakegu; baldintza horien tartean mikroorganismoak hazi egingo dira. Tarte horretatik kanpo, hazkuntza ez da gertatuko, eta biziraupen estrategia berriak garatu beharko dituzte edo hil egingo dira. Tarte hori aldakorra da mikroorganismo bakoitzerako. Eragin eta baldintza horiek ezagutuz, mikroorganismoen hedapena naturan, jarduerak eta mikroorganismo hauek nola hil jakingo genuke.

Muturreko baldintzetan bizi diren mikroorganismoei extremofilo deritze.

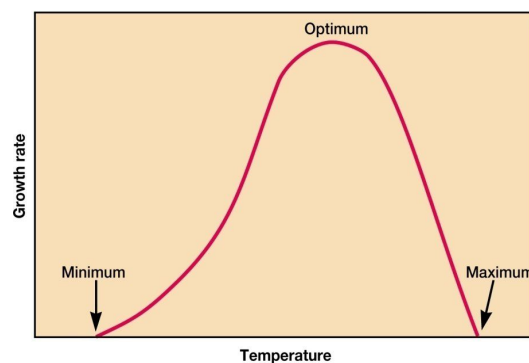
Tenperturaren eragina hazkuntzan:

Orokorrean, tenperatura handiek mikroorganismoen heriotza eragiten dute, osagai zelular batzuetan itzulezinak diren kalteak eragiten dituelako. Beraz, mikroorganismoak hiltzeko metodo on bat da.

Temperatura txikiegiak ere, mikroorganismoen hazkuntza galarazten dute. Hori dela eta, hazkuntza kontrolpean izateko metodo ona da, baina mikroorganismoak hiltzeko ez da oso eraginkorra.

Tenperturak, elkarren kontrako bi eragin izan ditzake; tenperatura igo ahala erreakzio kimikoak eta entzimotikoak azkarrago gertatzen dira, eta ondorioz, azkarrago hazten da zelula. Hala ere, puntu batetik aurrera proteina batzuk desnaturalizatu egiten dira, eta zelularen funtzioak gelditzen dira. Hori dela eta, zelula baten 3 tenperatura hauek izango ditu, zeinak tenperatura kardinal deritze: hazteko tenperatura minimo bat, tenperatura optimo bat non zelulak hazkuntza azkarrena izango duen, eta hazteko tenperatura maximo bat. Tenperatura optimoa beti dago gertuago tenperatura maximotik, minimotik baino.

Temperatura kardinalak espezifikoak dira mikroorganismoentzat eta gainera ez dira finkoak; hau da, inguruneko faktoreek, batez ere konposizioak, eragina dute tenperatura hauetan.



Tenperaturaren tolerantzia tartearen arabera, 2 talde era ditzakegu: Organismo estenotermalak, hauek oso tolerantzia tarte estua dute (T konstanteko inguruetan bizi dira) eta euritermalak, tenperatura tarte zabaletan bizi daitezkeenak (E. coli 8°C-48°C)

Temperatura hobezinaren arabera hainbat talde:

- **Psikrofiloak eta psikrotrofoak** (psikrotoleranteak):

Organismo psikrofiloak tenperatura optimo baxuak dituztenak dira, 15°C baino gutxiago. Adibidez itsas hondoan edo poloetan bizi dira. Adibidez Polaromonas 4°C. Psikrotoleranteak berriz, haien tenperatura optimoa baxua izan ez arren, 0°C-tan hazteko gai dira. Hauek ingurune askotan bizitzeko gai dira. Adibide bat *Chlamydomonas nivalis* alga da, hau elurretan bizi da. Garai hotzetan gorputz begetatiboa eratzen ditu eta esporak sortu, hala garai beroa etortzen denean eta elurra desagertzen denean, esporak pilatu egingo dira, eta erresistenteak direnez biziraun egingo dute alga hil arren.

Temperatura hotzetan bizirauteko hainbat moldaera molekular dituzte, horien artean:

- Tenperatura hotzetan hobeto lan egiten duten entzimak izateko, alfa helize gehiago eta beta xafla gutxiago dituzte egitura sekundarioan, horrela malguagoak dira proteinak. Aminoazidoei dagokienez, aminoazido polar gehiago eta hidrofobo gutxiago dizute, horri esker tenperatura hotzetan proteinak malgua zuten jarraitzen du. Azkenik, lotura ahul (hidrogeno-zubiak, lotura ionikoak) gutxi izaten dituzte. Neurri guztia hauek kontuan harturik, poteina termosentikorrek eraten dira (30°C<)
- Mintz plasmaticoaren jariakortasuna handia dela ikusi da, horretarako, gantz-azido asegabe eta kate motzeko lipidoak dituzte. Gainera lipido poliasegabeak ere ikusi dira. Azkenik, lotura bikoitz asko dituzten kate luzeko hidrokarburak dituzte.
- Txoke termikoaren aurrean hainbat proteina dituzte, beste batzuk aktibo mantentzeko, edo RNAm-ri lotzeko eta itzulpena errazteko.
- Kriobabesleak: Zelulak izotz-kristalen eraketa galarazteko agenteei deritze kriobabesle. Ingurunera glizerola, azukre batzuk, exopolisakaridoak botaz, zelularen barrura sartu daiteke, hauek deshidratatuz eta zelularen barnean izotz-kristalak eratzea galaraziz.

- **Bakterio termofiloak eta hipetermofiloak:**

Temperatura altuko inguruetan ere hainbat mikroorganismo aurki ditzakegu: Ingurune bero horietako batzuk eta hor bizi diren mikroorganismoak aztertuko ditugu orain.

45°C tati gorako tenperatura optimoa duten mikroorganismoei termofilo deritze, eta 80°C baino goragokoei hipertermofilo. Ingurune termofilo baten adibide Yellowstoneko iturburu termala da, bertan 70°C inguruko tenperatura dago. Ingurune hipertermofiloetako 2 adibide, Yellowstoneko iturri termala (100°C) eta haspide hidrotermalak dira (300°C)

Temperatura horietan bizirauteko hainbat moldaera molekular dituzte:

- Oso proteina termoegonkorak: sekuentziari dagokionez ez dago desberdintasun handiegirik, baina aminoazido gako batzuk aldatuz oso paketaketa dentsua eratzeko dute. Helize alfa motako tolesturak (β motakoak gutxiago). Aminoazido basiko eta azidoen artean gantz-zubiak deituriko lotura ionikoa sortzen da eta, orohar proteinen erdigunea oso estu pilatuta dagoenez, destolesturarekiko erresistenteagoak dira.
- Txoke termikoaren proteinak (txaperoninak). Proteina laguntzaileak izango dira.
- Solutu egonkortatzaileak ekoizten dituzte: dinositol fosfata, diglizerol fosfata, manosilglizeratoa.
- Mintz plasmaticoa termoegonkorra dute: gantz-azido asetu asko dituzte eta gainera kate luzekoak izan ohi dira. Gantz azido aseek ingurune hidrofobo handiagoa eratzen dute eta horrela egonkor mantendu daitezke. Gainera, arkeo batzuk oso erresistenteak dira, gantz-azidoen ordez hidrokarbu oso luzeak (40C) dituztelako eta gainera lipido monoguruza eratzen dutelako.

- DNA egonkortzeko mekanismoak ere badituzte: konposatu egonkortzaileen artean hauek aurki ditzakegu: Solutoak (K⁺, potasio 2,3-difosfoglizerato, potasio dimioinositol fosfato) eta proteina egonkortzaileak (poliaminak: putreszeina edo espermidina). Horretaz gain, DNA girasak DNA ren biribilketa positiboa eragiten du eta eukariotoen histonak bezalako proteinak dituzte DNA paketatu eta egonkortzeko.
- RNAerribosomikoa egonkorra da, G-C ren artean 3 hidrogeno zubi eratzen baitira eta A-Uren artean 2 hidrogeno zubi. proportzio handiagoa (<%15 atuagoa).

Hipertermofiloen adibide moduan *Thermococcus celer* eta *Pyrolobus fumarii* ditugu, horietaz gain *Thermo-* atzizkia dute mikroorganismoak ere.

Planeta sortu zenean, baldintzak oso extremoak ziren; temperatura altuak H₂ asko eta CO₂aren ontzentrazioa ere oso altua zen, gaur egun, baldintza horiek dauden inguruneetan arkeoak direnez, bizitzaren iturria direla pentsatzen da.

Mikroorganismoen hazkuntza pH altuetan edo baxuetan

pH-aren eskalan 7 ko balioa da neutrala, 7tik beherako pH-ak azidoak eta goragoak basikoak edo alkalinoak dira. Organismo bakoitza pH tarte jakin batean hazten da eta ongi definitutako pH optimo bat izaten du. Mikroorganismo gehienek 6-8 tarteko pH optimoa izaten dute, baina pHari dagokionez ere, badaude mikroorganismo estremofoilo batzuk.

pH oso azidoetan bizi diren mikroorganismoak azidofilo deritze. Gainera batzuk azidofilo hertsiaik dira; hau da, ez dira pH neutroan bizitzeko gai. Hauen adibide *Picrophilus oshimae* eta *Acidithiobacillus ferrooxidans*.

pH altuetan bizi diren mikroorganismoak berriz, alkalifilo deritze. Hauen adibide *Natronobacterium gregory* eta *Bacillus firmus*.

Osmosiaren efektua mikroorganismoen hazkuntzan

Ura eskura izatea mikroorganismoen hazkuntzan eragiten duen faktore garrantzitsu bat da. Ur-eskuragarritasuna adierazteko ur-jarduera erabiltzen da, eta honen balioak 0-1 tartea daude.

$$a_w = \frac{P_{\text{materiala}}}{P_{\text{ur gurea}}}$$

Ura difusioz pasatuko da, osmosiaren eraginez, ur kontzentrazio handiko eremu batetik (solutu kontzentrazio txikia) ur-kontzentrazio txikiagodun (solutu kontzentrazio handia) dagoen eremu batera; hori dela eta, urak zelula barnera igarotzeko joera du. Kasu horretan, zelula ur-oreka positiboan dagoela esango dugu. Zelula ur-jarduera baxua duen ingurune batean dagoenean, urak zelulatik ateratzeko joera izango du.

Presio osmotikoari dagokionez, mikroorganismoak hainbat motatakoak izan daitezke:

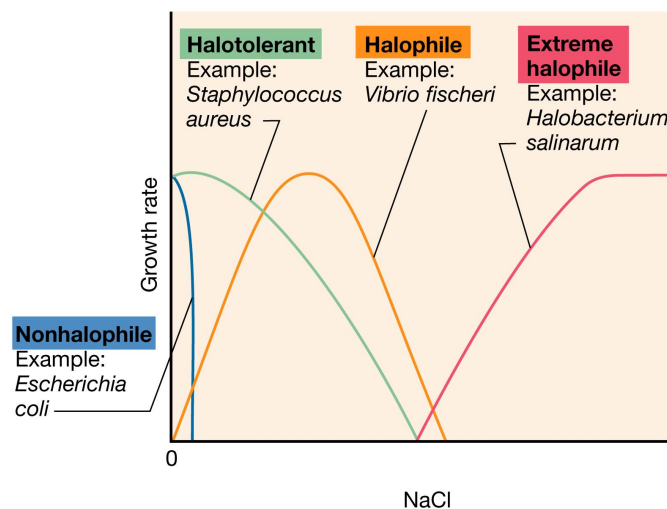
- Osmojasankorrak: Presio osmotiko altuak jasaten dituzte eta ingurune hipertonikoetan bizi daitezke.
- Osmofiloak: Presio osmotiko altuak behar dituzte eta ingurune hipertonikoetan soilik hazten dira
- Xerofiloak: Ingurune oso lehorretan bizi izateko gai direnak.

Inguruneko eta zelula barneko kontzentrazioen aldeak kontuan harturik ere 3 sailkapen egin ditzakegu:

- Hipotonikoa: Kanpoko solutoen kontzentrazioa barnekoa baino txikiagoa denean. Kasu honetan kanpoko uraren aktibitatea altua da, urak zelulara sartzeko joera baitu. Horma zelularri esker ez da gertatuko zelularen lisia. Aktibitatea 1
- Isotonikoak: Kanpoko solutoen kontzentrazioa eta zelularen barnekoak ia berdina denean. Uraren aktibitatea ia 1 izango da.
- Hipertonikoak: kanpoko solutoen kontzentrazioa barnekoa baino altuagoa denean. Hemen uraren aktibitatea baxuagoa da, urak zelulatik ateratzeko joera baitu. Ondorioz, zelula deshidratatu egin daiteke eta plasmolisia jasan. Kanpoko ura hartzeko gai izateko, zelulek barneko solutoen kontzentrazioa handitu behar dute.

Solutu bateragarriak edo soluto omobabesleak, ur jarduera txikiko eremuetan, zelulak ingurunetik jasotako edo berak sortutako solutoen multzoa da. Horrela, zelularen barneko solutoen kontzentrazioa igo egiten da eta uraren sarrera ahalbidetzen da.

Natura, gatz-kontzentrazio altua dagoen eremu bat itsasoa da. Itsasoan bizi diren mikroorganismoek sodio ioiaren eskakizun handia dute. Arestian esan bezala, osmojasankorrak kanpoko kontzentrazio altuak onartzen dituzte, beraz, sodio kontzentrazio altuak jasaten dituzten organismoek halojasankor esango diegu. Beste aldetik, osmofiloen moduan, sodio kontzentrazio altuan behar dituzten mikroorganismoek halofilo deritze. Badaude muturreko halofiloak ere.



Muturreko halofiloak arkeoak izan ohi dira. Hauek *Haleo-* edo *Natro-* atzizkia izango dute.

Badaude bakterio eta alga batzuk, eukarioto gutxi batzuk ere, baina nahiko dentsitate baxuan agertuko dira.

- Halofiliarako moldaera:

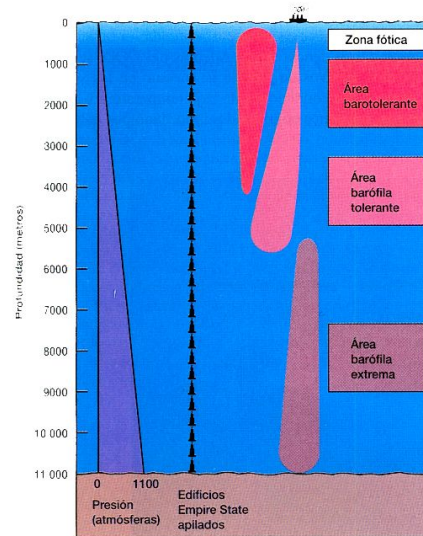
Esan bezala, halofilikoek soluto omobabesleak metatuko dituzte. Horretaz gain, horma berezia dute, sodio ioiarekin egonkorturik dagoen glikoproteinaz eraturiko horma baitute. Gainera, negatiboki kargaturiko proteina zitoplasmatikoak dituzte, sodioarekin egonkortzeko baliagarriak direnak. Azkenik, aminoazido hidrofobiko eta Lys gutxiago dute.

Presio hidrostatikoa

Presio hidrostatikoa ur zutabeak egindako presioa da. Azalean, presio hidrostatikoa eta presio atmosferikoa berdinak dira, behera joan ahala atmosfera bat gehitzen da 10m-ko.

Presio hidrostatikoi dagokionez ere sailkapen hau egin dezakegu:

- Barojasankorrek: Presio atmosferikoan hobeto bizi dira, baina presio hidrostatikoko handiak jasaten dituzte.
- Barofiloak: presio atmosferikoa baino altuagoa den presio altuagoa behar dute hazteko.



Mikroorganismo barofiloak hainbat berezitasun dituzte. Adibidez, entzima gehienak sustratuekin lotzeko gaitasun gutxi dute, hori dela eta proteinen sintesiaren abiadura baxua da eta mintzean zeharreko garraioaren abiadura ere bai. Gainera, zelularen zatiketaren zelula luzatzen hasten da baina ez da taberik sortzen; firuak eratzeko joera agertzen da. Azkenik, presioari aurre egiteko gantz-azido asegabe asko dituzte.

Mikroorganismoen elkarrekintzak

Batzuetan mikroorganismoek antolakuntza bereziak eratzen dituzte hainbat helbururekin. Horien adibide biofilmak eta mikrobio-tapizeak edo microbial mats-ak dira. Mikroorganismoen elkarrekintzen artean ere antolakuntza funtzionalak agertzen dira, adibidez kate trofikoak.

- Biofilmak:

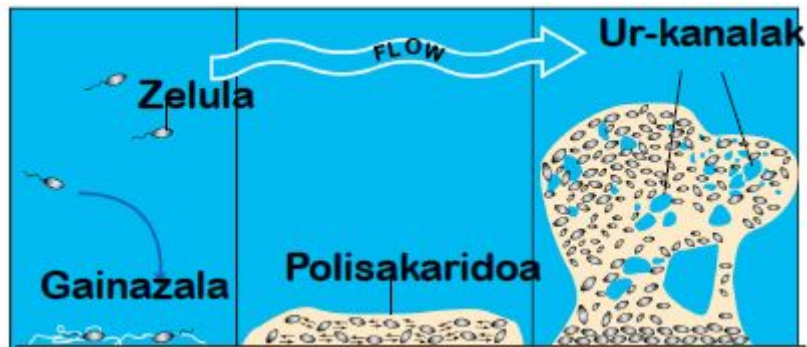
Mikrobio-komunitatea, berak sorturiko polisakaridozko matrize batean sartuta, ikuspuntu fisiologiko batetik integraturiko komunitate gisa jokatzen duena. Biofilm hauek hainbat sustratuetan eratu daitezke: arroketan, landaretan, itsasontzien kroskoan, tuberietan, larruazalean, hortzetan, inplanteetan, kraterretan...

Gizakientzat kaltegarriak izan daitezke, adibidez txantxarra eragiten duten *Streptococcus*ena, edo onuragarriak, baginak *Lactobacillus*aren edota hortzetako gainazalekoa ere.

Biofilmak sortzeak hainbat abantaila ematen dizkie mikroorganismoei, adibidez: Elikagaien kontzentrazio altuko lekuak eskuragarriago dituzte, zelulen arteko komunikazioa errazten da (eta baita geneen elkartrukea) eta babesa lortzen dute hainbat arriskuen aurrean, adibidez konposatu kimiko kaltegarrietatik (adb. Antibiotikoak), protozooek egindako harraparizatik, immunitate-sistemaren zelulek egindako fagozitositik eta indar fisikoen bidez gertaturiko mugimendutik (adb. Korronteak).

Biofilmen sorrera honela ematen da:

- 1- Atxikidura: zelula asko batzuk gainazal batera atxikitzen dira.
- 2- Kolonizazioa: zelulen hazkuntza eta polisakarioden jariaketa ematen da.
- 3- Bilakaera: biofilmaren hazkuntza ematen da eta polisakarido gehiagoren gehiketa.



- Mikrobio tapizeak

2 motatako tapizeak era daitezke:

Argi-energian oinarriturik, sakonera gutxiko eta ur eta sedimentuaren arteko interfasean garatzen diren mikrobio-komunitateak dira, laminetan antolatzen direnak.

Kimiolitrotofian oinarriturik, sakonera handiko ur eta sedimentuaren arteko interfasean garatzen diren mikrobio-komunitateak dira, laminetan antolatzen direnak.

Hauek biopelikula oso lodiak dira, eta prokarioto fototrofo eta kimiolitrotfoek eratzen dituzte: zianobaterioek edota sufrearen bakterio oxidatzaileek.

Gainera, belarjaleek kolonizatzen ez dituzten muturrezko bizilekuetan eratzen dira; adibidez bizileku hipergazietan, bizileku geotermaletan (T altua), antartidan eta artikoko lakuetan, basamortuetan...

Orden honetan antolatzen dira mikroorganismo horiek:

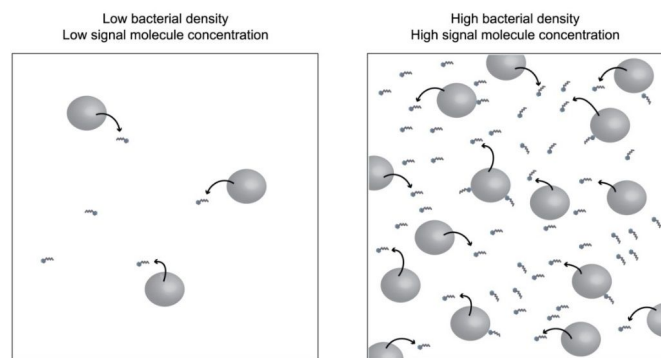


Mikroorganismoen komunikazioa

Mikroorganismoak hainbat teknika dituzte haien artean komunikatzeko, garrantzitsuenak Quorum sensing, elkartruke genetikoak, zelulen arteko nano-loturak eta mintz besikulak dira.

- Quorum sensing:

Bakterioek molekula autoinduzitzaileak kanporatzen dituzte, molekula autoinduzitzaile hauek desberdinak dira gram positibotan eta negatibotan; gram negatiboenak Azil-homoserina laktonasak dira eta positiboenei oligopeptido autoinduzitzaile deritze. Bakterioak 2 egoera ezberdinetan egon daitezke; dentsitate handian edo txikian. Mikroorganismo gutxi daudenean, sorturiko konposatu autoinduzitzaileen kontzentrazioa baxua izango da, ondorioz ez da seinalerik egongo mikroorganismok ezer aldatzeko; hau da, ez da quorum sensing-ik gertatuko. Mikroorganismoen dentsitatea handia bada, autoinduzitzaileen kontzentrazioa altua izango da; konposatu hauen kontzentrazioa muga zehatz batetik pasatzen denean, mikroorganismok seinalea jasoko dute zerbait aldatzeko.



Quorum sensing seinaleen bidez mikroorganismoek izan ditzaketen aldaketen adibide batzuk honako hauek dira: bioluminiszentzia, metabolito sekundarioen ekoizpena (adb. antibiotikoak, Streptomycesek), lehiaketa-egoera eta endosporen sorrera (Bacillus subtilis (lur-bakterioa), birulentzia-faktoreen sintesia, probiotikoen sintesia, landareengan infekzioa...

Aurretik azaldu bezala hazkuntza onartzen duen tartetik aterata, mikroorganismoen hazkuntza ez da gertatzen eta estresa jasaten dute. Estresa eragiten duten faktoreak 2 motatakoak izan daitezke, fisikoak (T, presio osmotikoa, presio hidrostatikoa...) edo kimikoak (alkoholak, oxigenoa, antibiotikoak...)

Genoma zenbat eta handiagoa izan, baldintza defaboragarrietera moldatzeko aukera gehiago izango dute. Baina estresaren eraginak populazioaren tamaina txikitzen du, hori dela eta mikroorganismo batzuentzat interesgarria izango da estrespean bizitzea, gutxi batzuek bizirautea dutelako, eta norbanakoen lehia murrizten delako.

Estresaren aurrean bizirauteko, mikroorganismoek hainbat estrategia dituzte:

- Aldaketa molekularrak: gantz azidoen asetzea, txaperoninak ekoiztea, omobabesleak metatzea...
- Fase geldikorrean sartzea: horrela txikiagoak dira eta apurketa mekanikoarekiko erresistenteagoak. peptidoglikanoan lotura gehiago eratzen dira eta lipopolisakarido gehiago dituzte. Mintz plasmatikoa kardiopina gehiago eta fosfatidilserina gutxiago izaten dute. Gainera, flagelo eta ie gehiago dituzte. Biosintesiaren erreakzio gutxiago izaten dituzte. Azkenik, nukleidea kondentsatzen da.
- Alde egitea: flageloen, ileen, gas-besikulen edota irristaduraren bidez
- Portaera soziala edo quorum sensing: zelulen artean komunikatzeko.

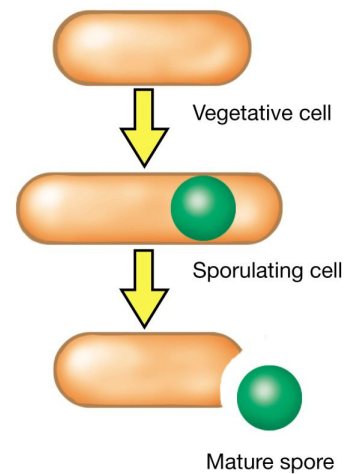
- Komunitateen eraketak: biopelikulak edo tapizeak eratuz, horrela toxikoekiko erresistenteagoak dira eta material genetikoaren transferentzia errazago ematen da.
- Zelula erresistenteen eraketa: zelula hauek metabolismoaren maila oso baxua dute, zenbat faktoreekiko erresistenteak dira (t, erradiazioa, oxigenoa, lehorketa...) baina erresistentzia-maila horiek desberdinak dira espezie eta egitura bakoitzean. Zelula hauek mota desberdinetakoak izan daitezke, adibidez exoesporak, azinetoak, mixosporak, endosporak...

- Erresistentzia-egoerak:

Esan bezala, hainbat erresistentzia egoera ezberdin daude, ondoek eta aktinomizetoek adibidez exosporak eraten dituzte, hauen filamenduen muturretan eraten dira eta ondoen hedapenerako dira baliagarri; zianobakterio dirukari batzuk azinetoak eraten dituzte eta mixobakterioek mixosporak. Endosporak ere badaude, eta hauek sakonkiago aztertuko ditugu:

Endosporak:

Bakterioen barnean eraten diren zelula erresistenteak dira, biziraupen luzea dutenak. Baldintza egokietan hazi egingo dira eta zelula begetatibo bat eratu du bakoitzak. Esan beharra dago endosporak eta zelula begetatiboak ezberdinak direla fisikoki, kimikoki eta fisiologikoki. Forma ezberdinak izan ditzakete, oboideak edo borobilak, eta kokapena ere ezberdina da zelula bakoitzean. Hauek eraketak, askotan zelularen forma deformatzen dute.



Endosporak bakterio gram positibo batzuk bakarrik eraten dituzte, adibidez *Bacillus*, *Clostridium* eta *Sporo-* atzikia daramatenak. Endosporen sorrera hainbat arrazoiengatik eman daiteke, adibidez, elikagaiak agortzen ari direlako, C, N, edo P agortzen ari delako, edo quorum sensig-en bidez.

Gizakiontzat oso interesgarria da hauen azterketa, endosporen sorrera loturik dagoelako antibiotikoen ekoizpenarekin. Horretaz gain, endosporaren barnean beira parasporalaren sorkuntza ematen da, eta beira mota hau intsektizida moduan erabiltzen dugu.

“EXOSPORIOA” (EX)

- Kanpokoena, oso mehea
- Batzuetan
- Proteinazkoa

“ESPOA-ZORROAK” (SC)

- Beti agertu
- Proteinazkoa

“KORTEXA” (CX)

- Beti agertu
- Peptidoglikanoaren antzekoa

Kanpo geruzak

Endosporaren barruan

“PROTOPLASTOA” (“MUINA”)

- Zitoplasma + nukleidea mintz plasmaticoaz inguratuta

Microbiología Prescott y col. (5ª ed). Fig. 3.41, pag. 73
Bacillus anthracis-en endospora (x151000)

Konposaketa kimikoari dagokionez hainbat berezitasun dituzte, konposaketa honek eta egiturak endosporen egonkortasunaren arduradun dira:

- Endosporak nahiko deshidrataturik daude, horrela zelula babesturik dago erradiazioa, beroaren aurrean.
- Kaltzio ioien kontzentrazio handia dute.
- Azido dipikolinikoa dute protoplasman, hau kaltzio ioiekin lotuta ager daiteke; eta hauek azido nukleiko eta poteiank egonkortzen dituzte beroaren eta konposatu kimikoen aurrean.
- S.A.S.P. (small acid-soluble proteins) proteinak dituzte DNA-ri lotuta, horrela DNA babesten dute beroa, lehorketa eta konposatu kimikoe aurrean.
- Kanpo geruze espora babesten dute entzimen eta beste konposatu kimikoekiko.
- Metabolismo maila oso oso baxua dute, horren ondorio esporen deshidratazioa da.

Bacillus subtilis bakterioan esporulazioa ordu gutxietan gertatzen da, hau da prozesu azkarra da. Hazkuntza esponenziala lehen 18-20 orduetan gertatzen da eta gero fase geldikorra hasiko da. Fase geldikorraren lehen 8 orduetan esporulazioa gertatzen da. Horregatik *Bacillus subtilis*en kultiboetan esporak segituan ikusten dira.

Prozesua honela ematen da:

Zelula begetatiboak hazten ari dira eta momentu batean elikagai batzuk agortzen dira. Beraz, mikroorganismo honetan aldaketa hauek geratuko dira: Lehenengo nukleotideak luzatzen dira eta erdian mintz plasmatikoa inbagnetzen da bi egitura eratuz zelularen barruan. Egitura txikia espora izango dena da eta bestea desagertuko dena.

Bi zatien artean tabike bat sortzen da eta gero bigarren gelaxka, handiak txikia inbagnetzen du eta orduan espora izango den egitura hau 2 geruzaz inguratuta geldituko da. Pausu honetan jada espora bat izango da eta esporaren lehen egitura erdi eratuta dago. Ondoren, deshidratazioa ematen da eta exosporioa agertzen da. Aurespora honetan eraturiko da zorroko geruzak. Gero esporaren barruan bi molekula mota agertzen dira kaltzio dipikolinatoa eta SASP proteinak. Momentu honetan zelula ia-ia eratuta dago zelularen barnean. Ondoren zelula lisatu egiten da eta espora askatu egiten da eta ingurunean geratuko da. Endosporaren funtzio garrantzitsuena biziraupena da, hedapena ez da oso inportantea, izan ere leku horretan geratzen dira ez dira mugitzen.

Espora kanpoan zerbait aldatu dela nabaritu beharko du. Momentu horretan kaltzio dipikolinatoa eta SASP proteinak desagertzen dira, hauek energia eta karbonoa lortzeko erabiltzen direlako; erresistentzia eta errefrigentzia galtzen hasten dira eta kortexaren osagaiak desagertzen dira. Hazkuntza gertatzeko hidratatu egiten dira eta oso azkar zelula begetatibo baten metabolismoa detektatzen da, molekulen sintesia hasten da, materialen garraioa...

MIKROORGANISMOEN HAZKUNTZAREN KONTROLA

Kultibo medioa mikroorganismoen hazkuntzarako, garraiorako edota kultiborako erabiltzen den elikagaien disoluzioa da. Kultibo medioak mota ezberdinetakoak dira hazi nahi diren mikroorganismoen arabera.

- Osagaiak

Kultibo medio guztiak honako osagai hauek izan behar dituzte:

- Ur destilatua: disolbatzailea
- Oinarri minerala: P,K,Mg,Ca,Fe (Si, Na) haiek gatz ez-organiko moduan gehitzen dira. Aurreko gatzen ezpurutasunak Mn, Co, Cu, Mo, Zn izango dira.
- Energia iturria: konposatu organikoetatik jasoko dute kimioorganotrofoek, argitik fototrofoek eta konposatu kimiko ez-organiko erreduzituetatik kimiolitotrofoek.
- Karbono iturria: autotrofoek CO₂tik eta heterotrofoek konposatu organiko edo CO₂tik. Gainera, hazkuntza-faktorea ere gehitu ahal zaio beharrezkoa izatekotan.
- Nitrogeno eta sufre iturria: nitrogenoa 4 iturri ezberdinetatik lor dezakete, elikagai organikoak (aminoazidoak, peptonak, haragia, legamia...), konposatu ez-organiko erreduzituak (amonioren gatzak, sulfuroak), konposatu ez-organiko oxidatuak (nitratoa eta sulfatoa) eta N₂
- Beste osagai espezifiko batzuk: pHaren kontrolatzaileak; tanpoiak, potasio fosfatoa, bipotasio fosfatoa eta karbonatoak, baita pH adierazleak ere, gorri neutroa adibidez. Hazkuntzaren inhibitzaile hautagarriak ere gehitu daitezke, antibiotikok, detergenteak gram positiboak hazteko eta gatz biliarrak edo kristal bioleta gram negatiboak bakarrik hazteko. Solidifikatzaileak, agar agarra adibidez.

Kultibo medio motak:

Irizpidea: EGOERA FISIKOA	Mota	Ezaugarriak
	Likidoa	Osagaiak uretan disolbagarriak
	Solidoa	Agente soldifikatzaileduna: agarra (15g/l)
	Erdisolidoa	Agente solidifikatzailea: agarra (7g/l)

Irizpidea: KONPOSAKET A KIMIKOA	Mota	Ezaugarria
	Sintetikoak (zehaztuak)	Elikagaien konposaketa kimiko zehatza ezaguna da
	Konplexuak(zehaztugabeak)	Elikagaien konposaketa kimiko zehatza ez da ezaguna (peptonak, aterakinak...)
	Aberastuak	Elikagai bereziren bat duten medio konplexuak (odola, gazura...)

Irizpidea: FUNTZIOA	Mota	Ezaugarriak
	Orokorrak	Mikroorganismo gehien hazkutzarako
	Bereizgarriak	Mikroorganismoak bereizteko osagaiak dauzkaten medioak
	Hautagarriak	Mikroorganismo bazuk bakarrik hazten dira
	Aberasgarriak*	Kopuru txikian dauden mikroorganismoen hazkuntza faboratzeko hautagarriak
	Identifikatzaileak*	Mikroorganismoen ezaugarri fisiologikoren bat detektatzeko.

- Inkubazio baldintzak

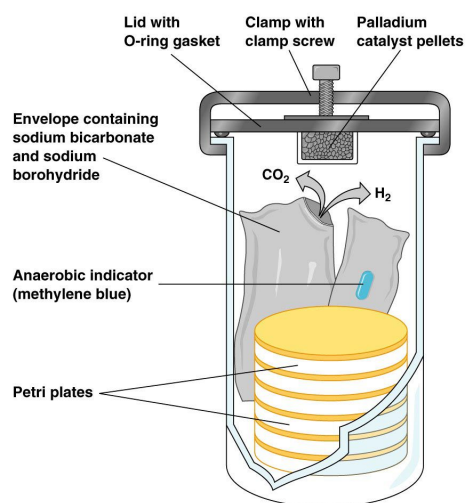
1- Temperatura: horretarako temperatura kontrola daitekeen labeetan inkubaten dira mikroorganismoak

2- Oxigenoa: Aerobiosia kultibo medio solidoen eta likidoen azalean ematen da, hazkuntza kultibo medio likido oxigenatuen barnean ematen da, horretarako kultiboak irabiatu egin behar dira inkubagailu irabiodunetan. Anaerobiosian eragile erreduzitzaileak dauzkaten kultibo medioak erabiltzen dira eta kultibo mediotik oxigenoa ateratzen da N_2 edo CO_2 erabiliz. Inkubazio horretarako orretarako anaerobiosi-ontziak erabiltzen dira

Anaerobiosi-ontzia:



1. Ura errektiboari gehitzen diogu. Ontzia ixten dugu. Ura sodio bikarbonatoarekin eta sodio borohidruoarekin erreakzionatzen da, eta CO_2 y H_2 sortzen da
2. Tapan dagoen Paladiozko katalizadorean hidrogenoa oxigenoarekin erreakzionatzen da, ura sortuz



3- CO₂: hau eskuragarri egoteko 2 era duade. Labeko airea eta CO₂aren gehiketa zuzenean. Edo autotrofoak direnei CO₃HNa gehituz kultiboan.

4- Argia: argia naturala izan daiteke, baina honen kontrola zaila da; edo lanpara hotzak erabil daitezke, intentsitatea, zikloak, uhin luzera... gure kontrolpean egonik.

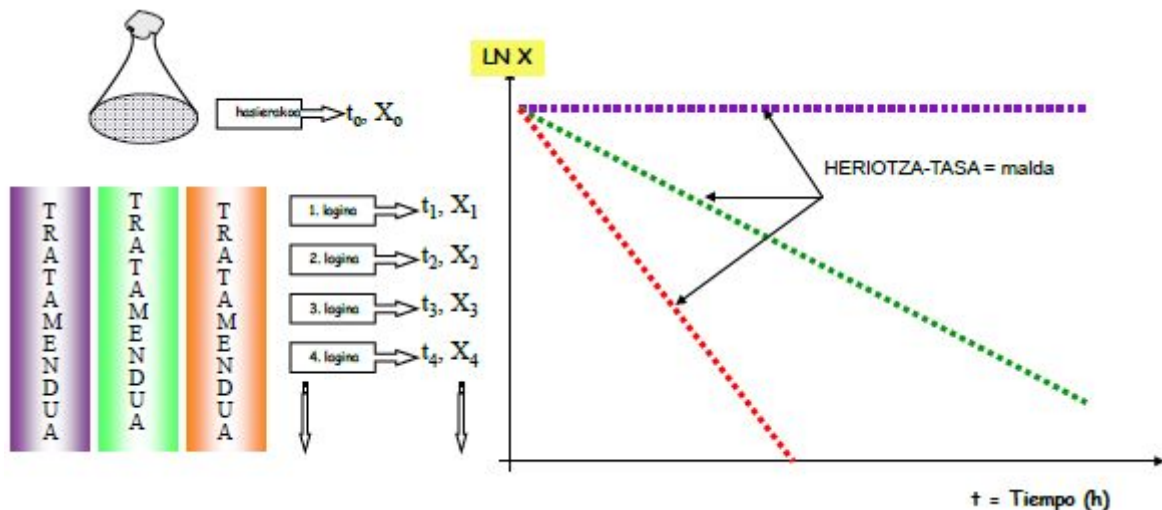
Mikroorganismoen kontrola:

Mikroorganismoen hazkuntzaren kontrolatzen bidez, laborategiko edo kirofanoetako kutsadura galarazten da, mikroorganismoek sorturiko gaixotasunen transmisioa galarazten da eta elikagaien eta beste produktu batzuen deskonposaketa galarazten da. Kontrol horiek egiteko 3 estrategia erabiltzen dira, mikroorganismoak hiltzea (germizida deritzona) edo mikroorganismoen hazkuntza inhibitzea (germistatika deitzen zaiona)

Material batean hainbat zelula mota egon daitezke, guk 3 bereiziko ditugu: mikroorganismoen zelula begetatiboak, mikroorganismoen esporak eta mikroorganismo patogenoak. Hauek material bizian (izakietan) zein bizigabeen (kultibo medioetan) egon daitezke, beraz, erabiliko ditugun teknikak eta definizioak ezberdinak izango dira materialaren arabera.

Desinfekzio esango diogu material bizigabe bateko patogeno gehienak ezabatzen direnean, kasu honetan, patogeno gehienak hil arren, hainbat zelula begetatibo hil ahalko ditugu, baina hori ez da helburua; bestalde, antisepsia esango diogu materia bizidun bateko zelula begetatibo gehienak ezabatzen direnean, beste kasuan bezala, hemen hainbat patogeno ere hil egingo dira. Aldiz, esterilizazio esango diogu, material mota alde batera utzita, material batean dauden mikroorganismo guztiak ezabatzen direnean.

Heriotza tasa kalkulatzeko, erregresio lineala erabiliko dugu, horretarako funtzio esponentzialak erabiliko ditugu.



Heriotza-tasan eragiten duten faktoreak hainbat dira; populazioaren tamaina, populazio mota, eragile fisikoak eta hauen intentsitatea, eragile kimikoak eta hauen kontzentrazioa, tratamenduaren iraupena...

Esterilizatzeko eta mikroorganismoen hazkuntza inhibitzeko metodo fisikoak aztertuko ditugu orain: beroa, erradiazioa eta iragazketa.

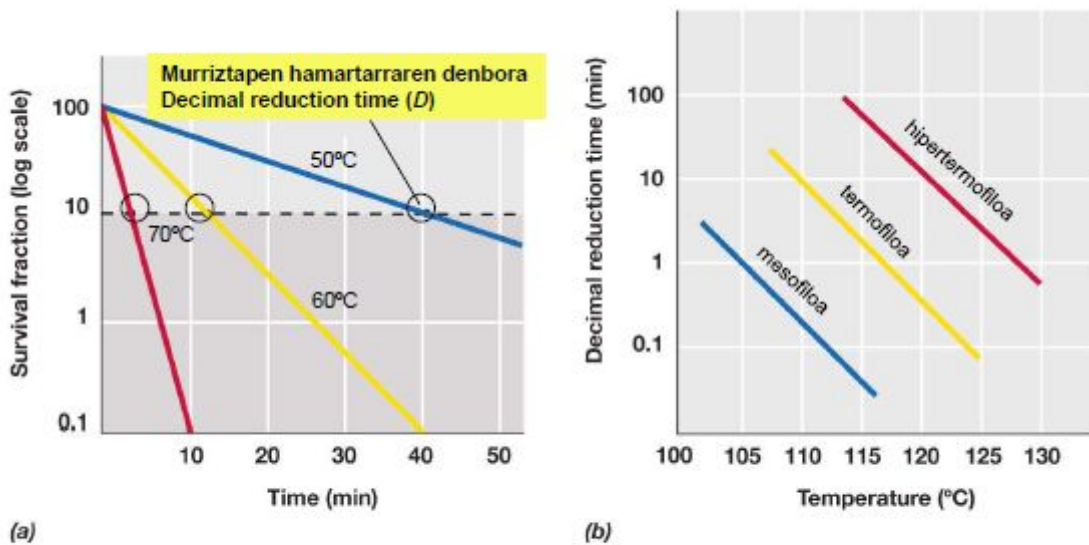
- Eragile fisikoen bidezko kontrola:

- TEMPERATURA

Beroa:

Beroaren bidezko kontrolerako hainbat gauza hartu behar dira kontuan: Alde batetik, objektuak bero lehorrekin esterilizatzeko temperatura altuagoetan jarri behar dira, bero hezearen gaitasuna handiagoa da. Bestalde, populazioa gero eta handiagoa izan, orduan eta denbora gehiago beharko da hauek hiltzeko, gainera populazio motaren arabera, baldintzak eta teknikak ezberdinak izan beharko dira; mesofiloak, termofiloak ala hipertermofiloak direnaren arabera, temperatura maximoa ezberdina izango delako; eta zelula begetatiboak edo endosporak badira, endosporen kasuan temperatura altuagoa izan beharko da, tenpereturekiko duten sentikortasun desberdinagatik. Azkenik, pH azidotan errazago hiltzen dira mikroorganismoak, baina azukre, proteina edo gantzen kontzentrazio altuak gutxitu egiten dute beroaren barneratze-gaitasuna. Gatzen kontzentrazioak ere eragina du, baina hau faboragarria edo desfaboragarria izango da mikroorganismoaren arabera.

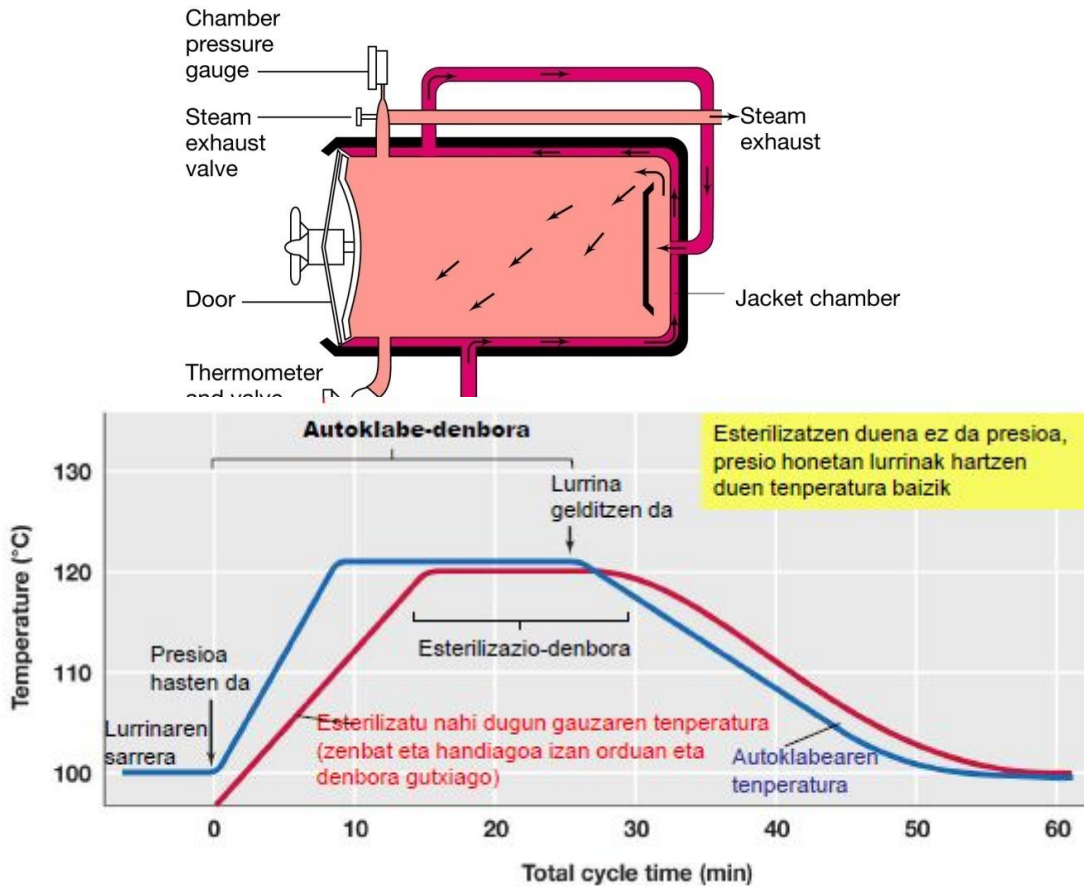
Aurreko gaietan esan bezala, mikroorganismo bakoitzak bere temperatura maximoa, minimoa eta optimoa ditu. Horiek kontuan harturik, mikroorganismoek hiltzeko beroa erabili dezakegu, temperatura igo eta hazkuntzarako temperatura maximoa gaindituta, hilgarria bilakatzen baita beroa.



Beroaren bidezko kontrolerako erabiltzen diren teknikak honako hauek dira: bero hezea emateko autoklabea; bero-lehorra emateko labeak eta errausketa; pasteurizazioa egiteko bero-trukagailuak eta azkenik aldizkako beroa, adibidez esporak hiltzeko.

- Bero hezea (ur-lurrina):AUTOKLABEA

Autoklabea presiopeko ur-lurrinari barrura sartzen uzten dion makina hermetikoa da. Mota askotako materialak esterilizatzen dira. Bero hezea erabiltzen denez errazagoa da mikroorganismoak hiltzea, baita endosporak ere. Horretarako 121°C inguruan jartzen da materiala, 15 minutuz.



- Bero lehorra: Labeak

Beirazko edo metalezko materialak esterilizatzen dira, hemen 180°Ctan edo 2 orduz mantentzen dira materialak.

- Bero lehorra: Errausketa, Bunsen metxeroaren bidez.

Metalezko tresna txikiak esterilizatzen dira, adibidez ereinketa bat egiterakoan erabiltzen den ereinketa euskarria. Sugarra kolore urdina duenean, bertako tenperatura 1500°C takoa bilakatzen da. Sugarra pizteko gasa erabiltzen da, hori dela eta segurtasun arauak errespetatu behar dira, adibidez gasa ixtea sugarra itzalita egon arren.

- Pasteurizazioa: bero-trukagailua

Pasteurizazioari esker, murriztu daitezke termosentikorrek diren elikagaietan dauden mikroorganismoen populazioak. Pasteurizazioa ez da esterilizazioaren sinonimoa, higienizazio bat da. Honek, materialeko organismo patogenoak desagerrarazten ditu, eta, materiala hondatzen duten mikroorganismoen hazkuntza murrizten du.

2 teknika mota daude: HTST (high temperature-short term) teknika honetan 71° eta 15 segunduz berotzen da materiala; eta UGT (ultra high temperature), bertan 140°tan 3 segundoz mantentzen da materiala.

- Aldizkako beroa:

Espora temperatura altuan nahiko erresistenteak dira, hori dela eta temperatura igota mikroorganismoek espora sortuko ditu, baina ondoren hoztu egiten dira, temperatura baxu horietan zelula batzuk jaioko dira. Hau eta gero, berriro ere temperatura igotzen da espora sortzeko eta horrela hainbat ziklo egiten dira. Horrela zelula kopurua murrizten joaten da eta azkenean guztiz desagertzen dira.

Hala ere, endospora hiltzeko teknika erabilgarria autoklavearena da.

Hotza

Hotzaren bidez, mikroorganismoak ez dira hiltzen, baina hazi ere ez, hori dela eta eragin germistatikoa duela esaten da.

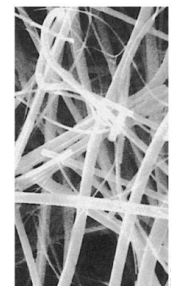
Hemen ere 2 teknika bereizten ditugu:

- Hozketa (0-7°C): Bertan psikofiloak bakarrik haziko dira
- Izozketa (<-20°C): Hemen ez da mikroorganismoak haziko.

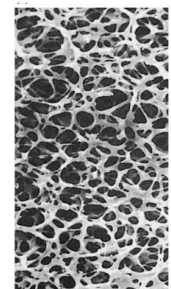
- IRAGAZKETA:

Likidoak esterilizateko metodarik baliagarria da. Iragazkia material porotsu bat da, eta poroaren tamaina handia da likidoa pasatzeko baina ez mikroorganismoak pasatzeko bezainbeste. 3 iragazki mota daude:

Sakonera-iragazkia: bata bestearen gainean jarrita dauden paper-amoniato edo beira-zuntzen geruza antolatuz egindako orria. Askotan aurre-iragazki moduan erabiltzen da.

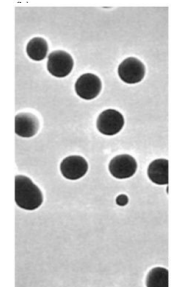


Mintz-iragazkia: tentsio indar handiko polimero batzuekin osatzen dira, zelulosa azetatoa, zelulosa nitratoa edo polisulfona. Zulo txikiz beteta dago eta zulo hauen tamaina kontrolaturik dago polimerizazio prozesuaren kondizioak zorrotz kontrolatuta.



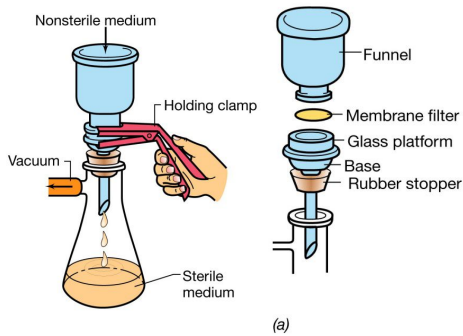
Nukleopore iragazkia:

Zuloak dituen polikarbonatozko mintz finak dira. Zuloak uniformeak dira eta era bertikalean antolatzen dira. Teknika hau erabilia da ekorkuntzako mikroskopio elektronikoan partikulak behatzeko.

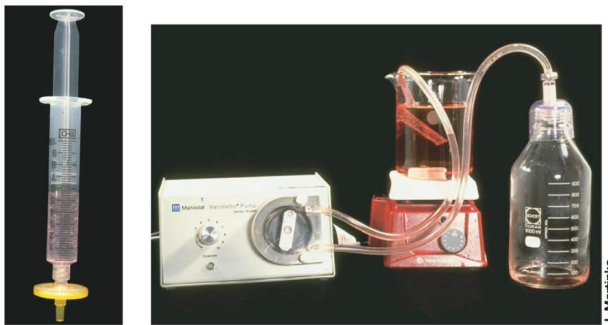


(c)

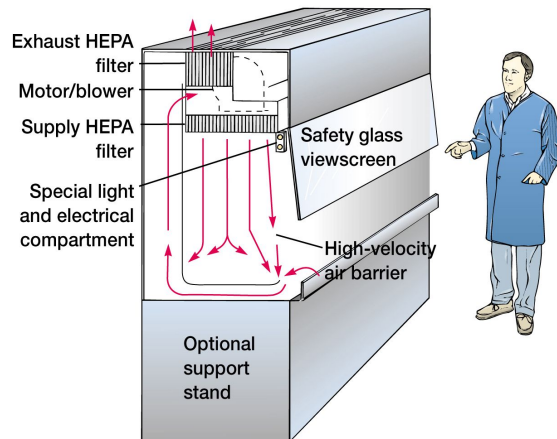
Likido bat esterilizatzeko, iragazki aparatua eta iragazkia bakoitza bere aldetik esterilizatzen dira. Laborategietan, xiringa, ponpa edo hutsa erabiltzen dira, likidoak iragazketa-aparatua zeharkatzen du eta biketa ontzi batean pilatzen da. Bolumen txikietarako muntaketa halakoa izan ohi da:



Bolumena handia denean, mintz-iragazkia kartutxo batean sartzen da, eta kartutxoa altzairu herdoilgaitz batean kokatzen da.



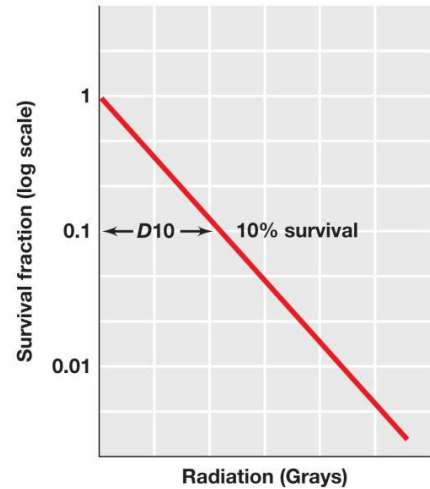
Bestalde, HEPA (high efficiency particulate air filter) ere dago, hau airea iragazteko erabiltzen da. Hau beirazko zuntzez osaturik dago.



ERRADIAZIOA:

la edozein substantziaren mikroorganismo-karga murriztu edo esteriliza daiteke erradiazioaren bidez. Erradiazio mota bakoitzak mekanismo espezifikoa du.

- Erradiazio ionizataileak: erabilienak gamma izpiak dira. Uhinek DNA eta proteinak degradatzen dituzten sorrera eragiten dute.
- Teknika hau erabilia da material medioa esterilizatzeko, elikagaien eta farmazeutikaren industrietan... Aplikazio biologikoetarako erabiltzen den neurri estandarra Gy da, hau da, xurgaturiko erradiazio-dosia. Mikroorganismoek 200 Gy behar dituzte hiltzeko, gizakiok berriz 10Gy baino gutxiago. tauletan ematen diren zenbakiak organismo bakoitzaren hazkuntzaren unitate logaritmiko baten (10^{-1}) murrizketari dagozkie. Hori D10 balioak adierazten du.
- Erradiazio ultramorea: DNAn timinaren dimeroak sortzen ditu, horrela DNA apurtzen du eta mikroorganismoa hil egiten da. Hau kanpora begira dauden gainazalak eta airea esterilizatzeko erabiltzen da.



- Eragile kimikoen bidezko kontrola

Eragile kimiko horiek agente antimikrobianoak dira. Hauek mikroorganismoak hiltzen dituen (germizida) edo hauen hazkuntza inhibitzen duen (germistatikoa) sustantzia kimiko natural edo sintetikoak dira. Batzuk agente kimioterapeutikoak dira, hau da, gizakietan gai infekziosoak kontrolatzeko erabiltzen diren konposatu kimikoak.

Germizidak bakterizidak, fungizidak, algizidak edo birizidak izan daitezke, hiltzen duen mikroorganismo motaren arabera.

Germistatikoak ere, bakterioestatikoak, fungistatikoak, algistatikoak edo birustatikoak izan daitezke, hazkuntza inhibitzen dion mikroorganismoaren arabera.

Agente kimikoak honela jokatzen du grafikoki:



Agente bakterioestatikoek hazkuntza inhibitzen dute, erribosomi lotuz eta proteinen sintesia inhibituz, baina agentearen kontzentrazioa jaisten denean berriro ere proteinen sintesia ematen da. Hori dela eta ez du bakterioen heriotza sortzen baina bai hazkuntzaren inhibizioa.

Agente bakteriozidek zelulak hiltzen dituzte baina lisirik eragin gabe. Azkenik, Agente bakteriolitikoek zelularen lisia eraginez hiltzen dituzte bakterioak.

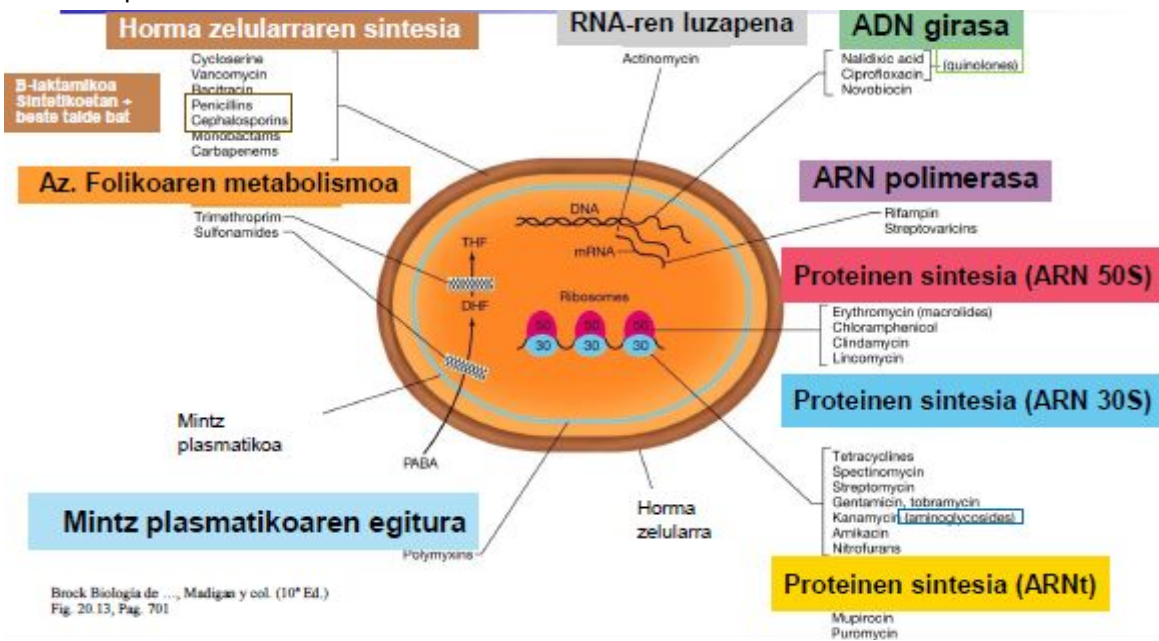
Agente antimikrobianoak 4 taldetan silka ditzakegu:

- Higienizatzailak: mikroorgaismoen kantitatea murriztu. Garbikari kationikoak, kloroaren konposatuak.
- Desinfektatzailak: mikroorganismoak ezabatu baina ez esporak. Hauek material bizigabetan erabiltzen dira toxikotasunagatik. Kloro eta deribatuak, Fenola, garbitzaile kationikoak, etanola.
- Antiseptikoak: mikroorganismoak hil edo hazkuntza murriztu. Bizidunen ehunetan erabil daitezke. Etanol (%70), iodoa, betadine, hidrogeno peroxidoa, metal astunak (merkurio kromo, zilar nitratoa)
- Esteilizatzaila: mikroorganismo guztiak, esporak barne, ezabatzen dituzte. Oxido etilenoa, formaldehidoa, ozonoa, azido peroxiazetikoak, kloroa, sodio hipokloritoa(lixiba), amilfenol.

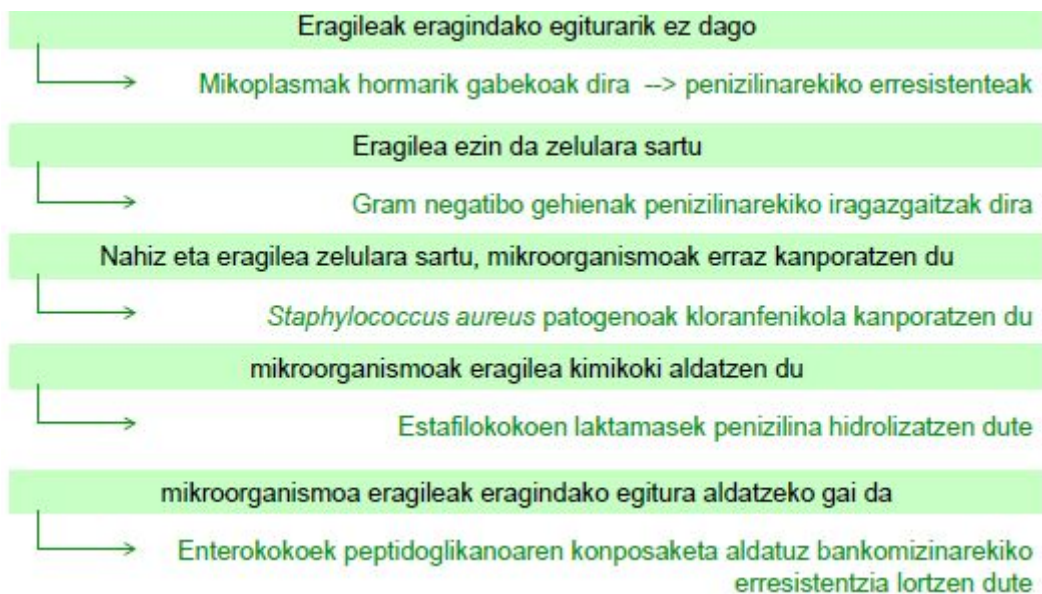
Agente kimioterapeutikoak:

Mikroorganismoen aurka erabiltzen den konposatu kimikoa. Barne-tratamenduetan erabil daitezke, gaixotasun infekziosoak sendatzeko. Toxiko hautagarriak dira, hau da, patogenoa hiltzen dute ostalaria kaltetu gabe. Ezagunenak antibiotikoak, bakteriozinak eta halozinak dira.

- Antibiotikoak: Hainbat antibiotiko mota daude eta hauek espezifikoak dira mikroorganismo bakoitzarentzat eta bakoitzak eragin ezberdina du zelulan. Aipagarria da penizilina, *Penicillium chrysogenum* ondoak sortzen duena. Honek horma zelularren sintesia zapuzten du.



Antibiotikoen aurrean mikroorganismoek erresistentzia gaitasuna garatzen dute ordea.



- Bakteriozinak eta halozinak:

Prokariotoek ekoizten dituzten peptido toxikoak dira, espezie bereko anduiak hil edo haien hazkundera inhibitzen dutenak. Antibiotikoen aldean askoz hautakorragoak eta potenteagoak dira: ekoizten dutenen espezie bereko bakterioak edo espezie hurbilekoak besterik ez dituztelako hiltzen.

3 motatakoak izan daitezke: lantibiotikoak (antibiotiko peptido poliziklikoak) adibidez lisina; ez-lantibiotikoak, adibidez sakazina eta bakteriolisinak, enterozina.

Ekintza mekanismo ezberdinak dituzte: mintz plasmatikoa zuloak sortu, horma zelularren hidrolisia, entzimak (adb. ADN girasa, ARN polimerasa, Asp-tARN sintetasa) inhibitu (transkripzioa eta itzulpena inhibituz)

Aipagarria da fagoterapia. Fagoterapia bakteriofagoen erabilpenean datza, non bakterio patogenoek eragiten dituzten infekzioak tratatzeko erabiltzen den.

