

7.GAIA. Ingurugirora moldaera

Sarrera

Mikroorganismoek beste izaki bizidunak bezala, kanpo inguruneak eragiten dituen estresak jasaten dituzte bizirauteko. Normalean ingurugiroak eragiten dituen estres egoera arruntak hauek dira (**garrantzitsuenak negritaz**):

- **Elikagai gutxi edo solutu asko**
- **Gazitasuna (NaCl kontzentrazioa)**
- **pH**
- **Temperatura**
- **Oxigenoa**
- **Presio hidrostatikoa**
- Harraparitza
- Ur falta (ez ohikoena)

Honen aurrean, mikroorganismoek estresaren aurkako erantzunak garatu dituzte, eta hauek bi motakoak dira:

- ✓ Orokorra: edozein estres-egoeratik sorturiko minen konponketaren eta ekiditearen helburua (zelula-gainazalak, proteinak eta ADN)
- ✓ Espezifikoa: estres-egoera zehatz baten neutralizazioaren helburua

Kontuan hartu behar da mikroorganismoaren arabera ingurumenaren eragina ezberdina dela. Adibidez, mikroorganismo espezie batentzat onuragarria den egoera, beste espezie batzuentzat kaltegarria izan daiteke. Orokorrean, mikroorganismo gehienak tarte zabal baten barruan biziraungo dute, beste batzuk ordea, extremofiloak dira, hau da, Lurrean aurki daitezkeen ingurune oso estresanteetan bizitzeko gai dira, hala nola:

- Añanako gatzegietan (gazitasun-estres oso altua)
- Atacama-ko basamortuan (tenperatura altuak eta konposatu ez organiko asko)
- Huelva-n dagoen Rio Tinto ibaian (oso pH baxua)
- Yellowston-eko Parke Naturalean dauden geiserrak (Tenperatura altuak)
- Antartida (tenperatura baxuak)
- Haspide hidrotermal



I. Elikagaiekin erlazionaturiko moldaerak

Definizioak

- **Autoktonoa:** bizilekuan sortzen diren elikagaiak (dauden mikroorganismoak)
- **Aloktonoa:** beste bizilekuan sortzen diren elikagaiak (dauden mikroorganismoak)
- **Bizileku eutrofikoa:** ekoizpen primario (ekoizpen organiko) altuko eta mikroorganismo dentsitate altuko bizilekua
- **Bizileku oligotrofikoa:** ekoizpen primario (ekoizpen organiko) baxuko eta mikroorganismo dentsitate baxuko bizilekua
- **Elikagai mugakorra:** bere kontzentrazio baxuengatik biomasaren ekoizpena mugatzen duen elikagaia

Mikroorganismoen hazkuntza-abiadura erregulatzen da elikagai edo substratuaren arabera bi estrategia ezagutzen dira:

- **Mikroorganismo kopiotrofoa:** elikagaien kantitate altuetan bizi izateko gaitasunari esker bere bizileku naturalean lehiatzeko gaitasuna duen mikroorganismoa (KOPIOTROFIA)
- **Mikroorganismo oligotrofoa:** elikagaien kantitate baxuetan bizi izateko gaitasunari esker bere bizileku naturalean lehiatzeko gaitasuna duen mikroorganismoa (OLIGOTROFIA)

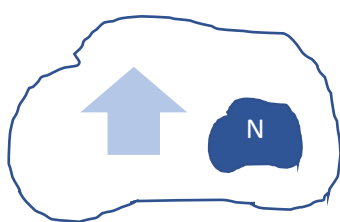
Elikagaien kontzentrazioak nabarmen eragiten du mikroorganismoen hazkuntzan. Taula honetan agertzen dira elikagai kontzentrazio ezberdinak dituzten hainbat ingurugiro. Ur puruan ia ez dago kontzentrazioarik, hala ere, mikroorganismo batzuk gai dira bizitzeko, *Spirillum* eta *Caulobacter* esaterako.

Table 5.3 Water activity of several substances

Water activity (a_w)	Material	Example organisms ^a
1.000	Pure water	<i>Caulobacter</i> , <i>Spirillum</i>
0.995	Human blood	<i>Streptococcus</i> , <i>Escherichia</i>
0.980	Seawater	<i>Pseudomonas</i> , <i>Vibrio</i>
0.950	Bread	Most gram-positive rods
0.900	Maple syrup, ham	Gram-positive cocci such as <i>Staphylococcus</i>
0.850	Salami	<i>Saccharomyces rouxii</i> (yeast)
0.800	Fruit cake, jams	<i>Saccharomyces bailii</i> , <i>Penicillium</i> (fungus)
0.750	Salt lakes, salted fish	<i>Halobacterium</i> , <i>Halococcus</i>
0.700	Cereals, candy, dried fruit	<i>Xeromyces bisporus</i> and other xerophilic fungi

^aSelected examples of prokaryotes or fungi capable of growth in culture media adjusted to the stated water activity.

A. Elikagaien edo solutuen kontzentrazio baxuetara moldaera



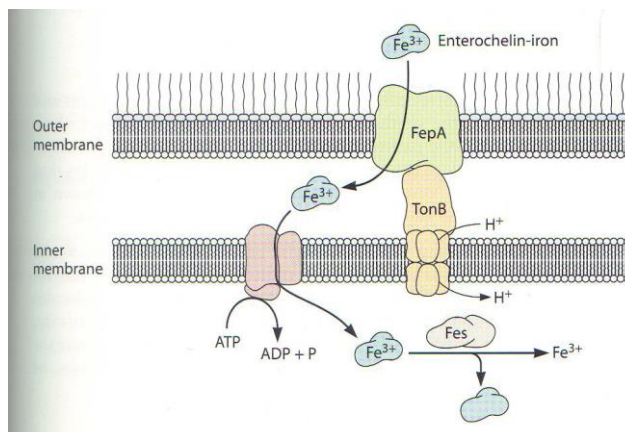
Substratuen kontzentrazioa oso baxua bada kanpoan, urak zelula barnera sartzeko joera izango du eta horrek zelularen plasmolisia eragin dezake.

Honi aurre egiteko, mikroorganismoek hainbat mekanismo edo moldaera garatu dituzte:

- **Afinitate altuko eta espezifikotasun baxuko garraio-sistemak (TonB menpekoak)**

- Afinitate altua izateak eragiten du molekulak berehala barneratzen direla zelulan
 - Espezifikotasun baxuak eragiten du edozein molekula mota barneratuko dela
- Azken finean kanpo ingurunean aurkituko den edozein molekula barneratuko da abiadura altuan.

Adibidez, inguruan Fe^{3+} kontzentrazioa baxua denean (baldintza orokorra). Lehenengo Mikroorganismoak sideroforoak kanporatzen ditu, hauek burdina harrapatu eta barneratzeko egoera aproposan eradatu dezaten. Ondoren, Ton garraiatzaile sistema baten bidez barneratuko du burdina.



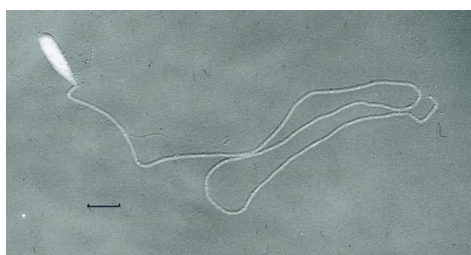
- **Biltegitratze-sistemak**

- **Azalera:bolumen erlazio handiko morfologia**

- Ultramikobakterioak (bolumena $< 0,1 \mu\text{m}^3$), hari formako zelulak, prostekadunak.

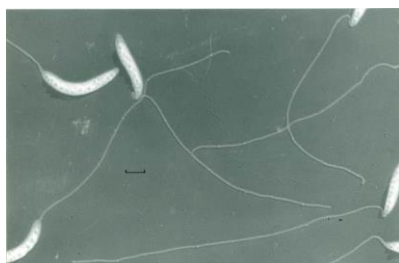
Caulobacter crescentus mikroorganismoak prostekak ditu eta hauek erabiltzen ditu elikagaiak bilatzeko. Elikagaien kontzentrazioa altua bada, prostekaren luzera motza izango da eta, aldiz, elikagaien kontzentrazioa baxua bada, prosteka nahi haina luzatuko du mikroorganismoak elikagaiak bilatzeko asmoz.

Beheko irudietan prostekaren luzera elikagai edo substratu kontzentrazio ezberdineko medioetan:



Ur destilatuan

Elikagaien kontzentrazioa ona denean →



Fosfatoa mugakorra denean

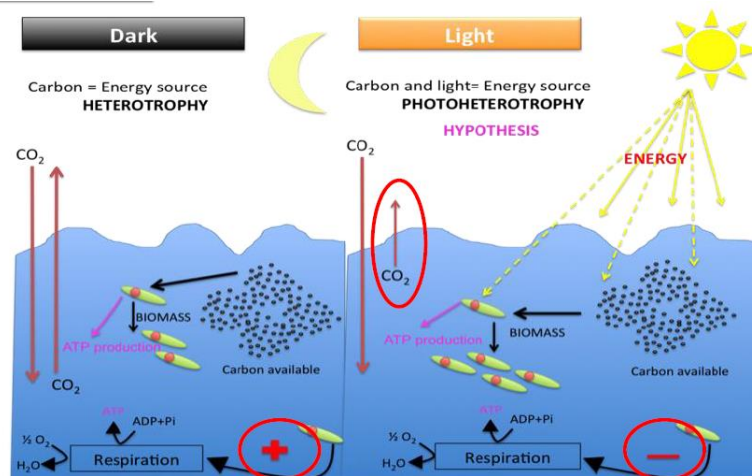


- **Metabolismo energetikoa aldatu.** Metabolismo energetiko arnastzailearekin batera eguzki-energiaren erabilera

- Proteorrodopsinaren agerpena

Proteorrodopsina pigmentu fotosintetiko bat da. Ikerketa batzuk aditzera amen zuten itsasoko mikroorganismo askok, pigmentu hau sintetizatzen duen informazioa zutela genoman; izan ere, mikroorganismo batzuk materia organiko urria dutenean eskura, pigmentu hau erabiltzen dute eguzkitik energia lortzeko (FOTOHETEROTROFIA), materia organiko asko dagoenean, aldiz, ez dute erabiliko (HETEROTROFIA).

Honen ondorioz, itsasoko mikroorganismo hauen kokapena ezberdina da egunean zehar. Goizean, esaterako, proteorrodopsina martxan jarriko dute energia lortzeko eta aldi berean itsasoaren CO₂ xurgapena emendatuko da. Gauean, aldiz, Eguzki argirik gabe, materia organikotik aterako dute energia eta CO₂-a askatu. CO₂ kantitatea orekatuko da.



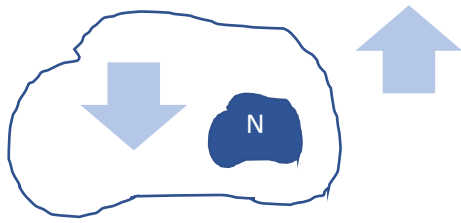
- **Latentzia egoera (endosporak, exosporak, azinetok....)**

Mikroorganismo ezberdinek latentzia egitura ezberdinak garatuko dituzte. Oro har, egitura guztiak amankomunean hainbat ezaugarri dituzte:

- Deshidratazioa
- Gainazal oso lodia (babesa)
- Erreserbagaia barnean

Cell	Representative genus	Phylum
Aerial spore	<i>Streptomyces</i>	Actinobacteria
Akinete	<i>Anabaena</i>	Cyanobacteria
Baeocyte	<i>Pleurocapsa</i>	Cyanobacteria
Cyst	<i>Azotobacter</i>	γ -Proteobacteria
Cyst	<i>Rhodospirillum</i>	α -Proteobacteria
Cyst (myxospore)	<i>Myxococcus</i>	δ -Proteobacteria
Elementary body	<i>Chlamydia</i>	Chlamydia
Endospore	<i>Bacillus</i>	Firmicutes
Endospore	<i>Metabacterium</i>	Firmicutes
Exospore	<i>Methylosinus</i>	α -Proteobacteria
Exospore	<i>Rhodomicrobium</i>	α -Proteobacteria
Zoospore	<i>Kineococcus</i>	Actinobacteria

B. Elikagaien edo solutuen kontzentrazio handietara moldaera



Substratuen/solutuen kontzentrazioa oso altua bada kanpoan, urak zelulatik ateratzeko joera izango du eta horrek zelularen plasmolisia eragin dezake.

Fenomeno honi dagokionez, bi mikroorganismo motabereizten dira:

- Osmojasankorrak: solutu kontzentrazio altuak jasateko gai direnak
- Osmofiloak: solutu kontzentrazio altuak behar dituztenak bizirauteko, edo beraien egoera hobezina solutu kontzentrazio altuko ingurunea dena.

Aitzitik honelako medioetan bizirauteko kapazak ez diren mikroorganismoek hainbat mekanismo garatu dituzte:

1. OSMOLARITATEAREN HANDIPENA

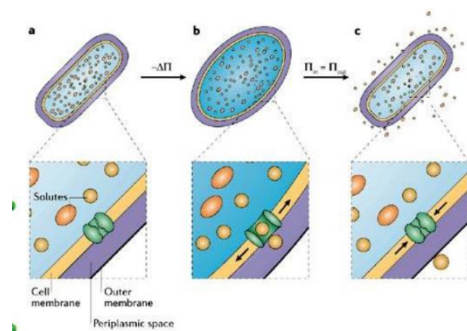
Osmolito edo soluto bateragarrien barneko kontzentrazioaren handipena emango da, ura zelulatik atera ez dadin. Solutu bateragarrien artean:

- K^+ (garrantzitsua)
- Aminoazidoak (adb. glutamatoa, glutamina, prolina, glicina)
- Azukreak (adb. Trehalosa)

2. OSMOLARITATEAREN JAITSIERA

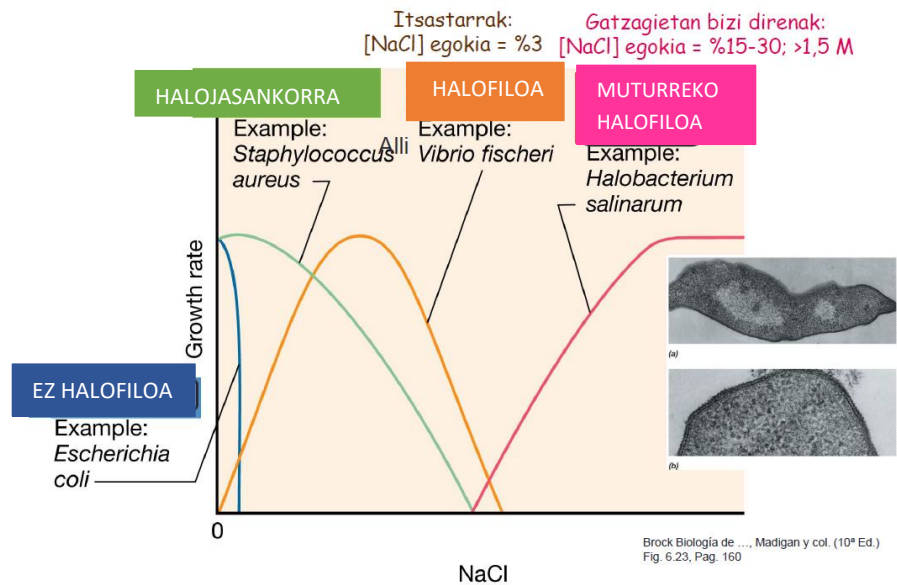
Osmolitoen kontzentrazioaren jaitsiera

- Kanalen zabalera handitzen osmolitoak zelulatik ateratzeko



II. Gazitasunarekin (NaCl asko) erlazionaturiko mo moldaerak

Gazitasuna faktore garrantzitsua da mikroorganismoen biziraupenerako. Batetik, mikroorganismo gehienak, *E.coli* bezala, **ez halofiloak** dira, hau da, ez dute gatz kontzentrazio altua jasaten, pixka bat igotzekotan hil egiten dira. Beste mikroorganismo batzuk, **halojasankorrak**, NaCl-ren igoera jasateko gaitasuna edo mekanismoak dituzte; hala ere, beraien baldintza egokiena gatz kontzentrazio baxuak dira. Mikroorganismo **halofiloek**, NaCl kontzentrazio ertainak behar dituzte bizirauteko. Azkenik, **muturreko halofiloek** gatz kontzentrazio altuak behar dituzte beraien hazkuntzarako, honen adibide gisa, *Halobacterium salinarum* arkeoa dugu.



Arkeoak bakarrik dira muturreko halofiloak, hauek NaCl kontzentrazio altuko hainbat lekutan aurkitu direlarik; besteak beste, Utah-ko laku gazian, San Francisco-ko badian eta Hamara laku alkalinoa (Egipton). Halofiloen kasuan, arkeoez gain, mikroorganismo daude:

- Eukariotoen artean, *Dunaliella* alga
- Beste prokariotoak:
 - Bakterio fototrofo gorriak: *Ectothiorhodospira* eta *Halorhodospira*
 - Kimioorganotrofoak: *Halanaerobium*, *Halobacteroides* eta *Salinibacter*

Elikagai edo solutuen kontzentrazioarekin gertatzen zen moduan, gehiegizko gatz kontzentrazioak uraren irteera eragiten du zelulatik, plasmolisia eraginez. Laburbilduz, zelularen homeostasiari eragiten dio gatzak. Honen aurka, konkretuki NaCl kontzentrazioaren emendioaren aurka, mikroorganismo hauek mekanismo hauek garatu dituzte:

- **Solutu osmobabesleak**

Zelularen barneko osmolito edo solutu osmobabesle baten kontzentrazioa emendatzean datza, modu horretan zelulatik kanpoko eta barruko kontzentrazioak orekatzen dira.

Table 16.2 Concentration of ions in cells of *Halobacterium salinarum*^a

Ion	Concentration in medium (M)	Concentration in cells (M)
Na ⁺	4.0	1.4
K ⁺	0.032	4.6
Mg ²⁺	0.13	0.12
Cl ⁻	4.0	3.6

^aData from *Biochim. Biophys. Acta* 65: 506-508 (1962).

- **Horma berezia garatzea**

Horma glikoproteinaz horniturik, Aspartato eta Glutamina aminoazido askorekin, hauek Na⁺-rekin egonkortzen dute gehiago horma.

- Na⁺ nahikorik ez baddago, horma lisatzen da

- **Proteina zitoplasmatikoak**

- Negatiboki kargaturiko aminoazido gehiago
- Aminoazido hidrofobiko eta Lisina (positiboki kargaturikoa) gutxiago

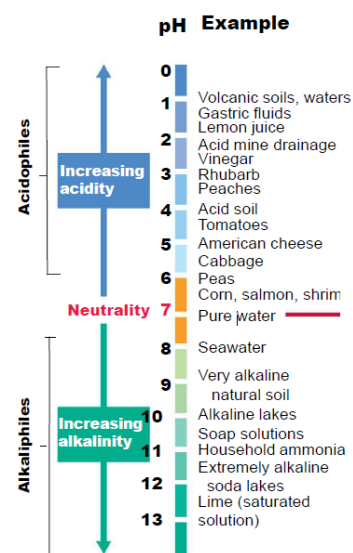
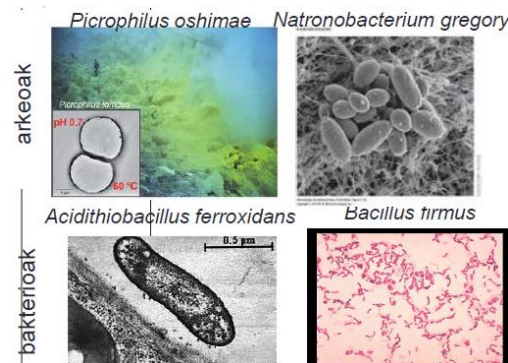
III. pH homeostasiarekin erlazionaturiko moldaerak

Oro har, mikroorganismo guztiek pH neutroa mantendu behar bizirauteko. Batetik, pH oso azidoetan klorofila, DNA eta ATPa bezalako molekulak suntsitu daitezke oso sentikorrak baitira. Bestetik, RNA eta fosfolipidoak oso sentikorrak dira pH basikoetarako eta degradatu daitezke. Gainera, entzimen aktibitatea pH neutroetan ematen da.

Hala ere, mikroorganismo asko bizi dira neutroak ez diren ingurugiroetan. pH-arekiko duten moldaeraren arabera 3 talde nagusi ezagutzen dira:



- Mikroorganismo azidofiloak, $pH < 5,5$ behar dituztenak, limoi zukuan, ozpinan, urin gastrikoan... bezalako medioetan aurki ditzakegu. Hauen bi adibide, *Picrophilus oshimae* arkeoa eta *Acidithiobacillus ferrooxidans* bakterioa, esaterako.
- Mikroorganismo alkalofiloak, $pH > 8,0$ behar dituztenak, laku alkalinoetan eta bestelako medioetan aurki daitezke. Hauen bi adibide, *Natronobacterium Gregory* arkeoa eta *Bacillus firmus* bakterioa esaterako.

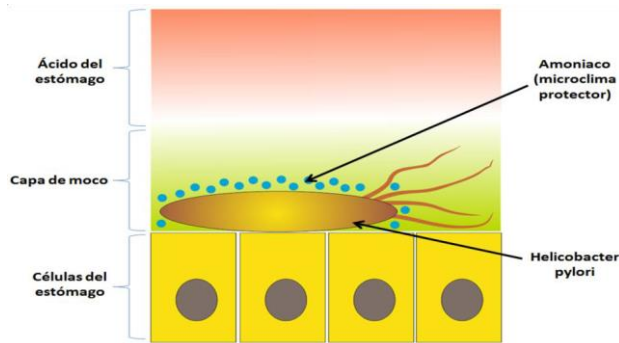


pH ezberdinetan bizitzeko mikroorganismoek garatzen dituzten mekanismoak:

- **Protoien kanporaketa (edo barneraketa)**, katioien (K^+ , Na^+) edo anionen zeharkapenari akoplatuta
- **Protoiak kanporatzea** (Hidrogenasa, ATPasa, EGK, zitokromo
- **Ekoizkin azido edo neutroak sortzeko aldaketa metabolikoa**
- **Lipido azido-erresistenteak (pH azidoan), fosfolipido anionikoak (pH basikoan), lipido neutroak...**
- **Txaperonak babesa emateko**

- **Ureasa**

Ureasa entzimak urea lisatzen du amonioa eta CO_2 kanporatuz, honen bidez amonioak zelularen inguruan pH-a neutralizatzen du eta pH azidoak ez dio zelulari eragiten. Mekanismo hau gure hesteetan bizi den *Helicobacter pylori* bakterioak burutzen du, besteak beste.

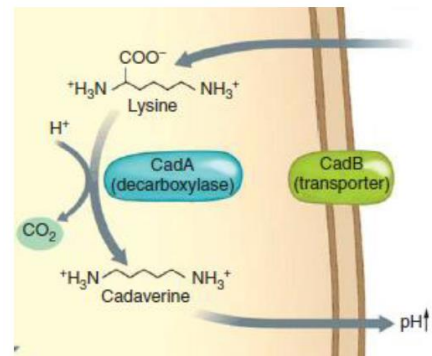


- **Aminoazidoen deskarboxilazioa (medio azidoan) edo aminoazidoen desaminazioa (medio basikoan)**

Aminoazidoen deskarboxilazioaren adibidea baldintza azidoetan.

Antiporte elektrogeniko baten bidez aminoazido bat barneratu, normalean Lisina, Ornitina, Arginina edo Glutamikoa, eta kontsumitzen dute deskarboxilasa baten bidez, anhidrido karbonikoa kanporatuz.

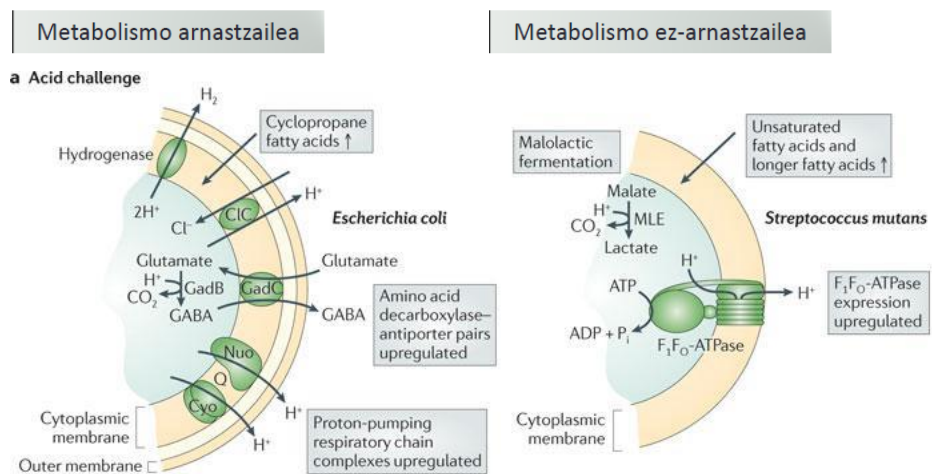
Erreakzioaren ondorioz sortutako konposatu basikoa (poliamina) kanporatuko dute kanpo medioaren pH igotzeko.



Metabolismoaren arabera mekanismo ezberdinak dituzte mikroorganismoak pH estresaren aurrean.

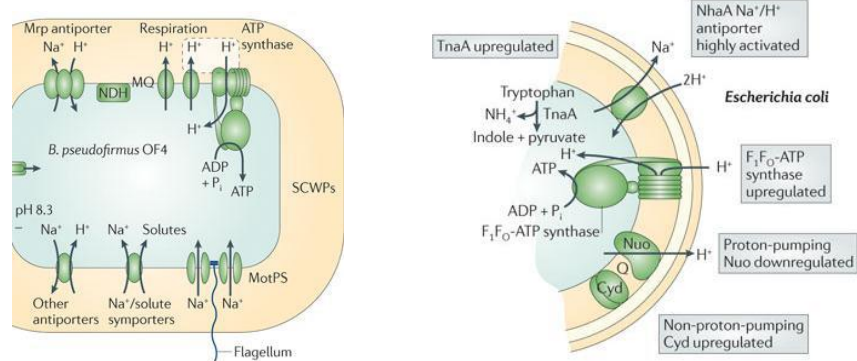
- **BALDINTZA AZIDOETAN**

- Metabolismo arnastzailea: ATPasa moteldu, hidrogenasak, aminoazidoen deskarboxilasak, arnasketa, ureasa...
- Metabolismo ez-arnastzailea: ATPasa, Hartitzzaileetan adar erreduktiboak aldatzea ekoizkin toxikoen ekoizpena ekiditeko



- **BALDINTZA BASIKOETAN**

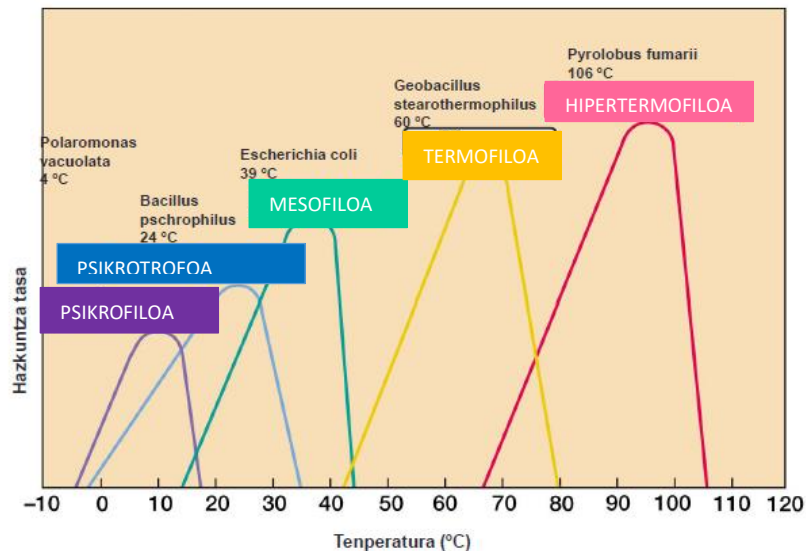
- Katioi/protoi antiporteak (Na^+ -irteera eta protoien barneraketa)
- ATPasa-ren aktibazioa (protoien barneraketa)
- d zitokromo oxidasa (ez ditu protoiak ponpatzen)
- NADH deshidrogenasaren erregulazio negatiboa (protoien ponpaketa baxuagoa)



IV.Temperaturarekin erlazionaturiko moldaerak

Mikroorganismoak, oro har, temperatura tarte oso ezberdinetan aurki daitezke.

- **Hipertermofiloak:** temperatura oso altuak behar dutenak
- **Termofiloak:** temperatura añtuak, baina ez oso altuak, behar dutenak
- **Mesofiloak:** ertaineko temperatura behar dutenak
- **Psikotrofo:** temperatura optimoa altua da baina temperatura baxuetan bizitzeko gai direnak
- **Psikrofiloak:** temperatura baxuak behar dituztenak

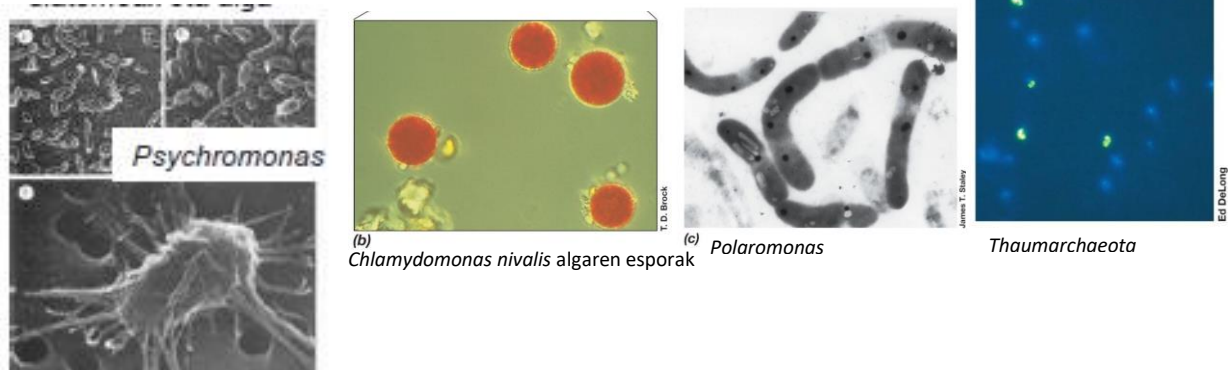


PSIKOTROFO VS. PSIKROFILO

Psikotrofoak temperatura baxuetan bizitzeko GAI diren mikroorganismoak dira, baina beraien temperatura hobezinak altuagoa dira. Psikrofiloen temperatura hobezina, temperatura baxuak dira.

A. Mikroorganismo psikrofiloak

Mikroorganismo psikrofiloak tenperatura baxuetan iraunkorrak direnez, poloetan, Antartidan eta itsas hondoan (3°C) aurkitu daitezke, besteak beste. Antartidan, adibidez, hainbat mikroorganismo isolatu dira: *Polaromonas vacuolata* (muturreko psikrofiloa) eta *Psychromonas*, biak bakterioak, eta, *Thaumarchaeota* arkeoa. Sierra Nevada-n ere aurkitu izan dira *Chlamydomonas niv alis* algaren esporan ingurune oso hotzetan.



Mekanismoak:

- **Tenperatura hotzetan hobeto lan egiten duten entzimak**

Proteinak eta entzimak tenperatura baxuetan beraien funtzio abiadura murrizten zaie, hau da, motelago funtzionatzen dute. Honen aurrean, beraien abiadura optimoa mantentzeko:

- Helize α motako tolestura gehiago (β motakoak gutxiago)
- Aminoazidoen proportzio bereziak:
 - o Aminoazido polarren proportzio handiak
 - o Aminoazido hidrofobikoen proportzio baxuak
- Aminoazidoen arteko lotura ahul (hidrogeno-zubiak, lotura ionikoak) gutxi
- Proteina termosentikorak (>30°C)

- **Mintz plasmaticoaren jariakortasuna emendatzea**

Tenperatura baxuetan mintza zurrundu egin daiteke eta bere jariakortasuna galdu, hau da, solutu/elikagai trukeei eta osmosiari eraginez.

- Kate motzeko gantz azido asegabe asko
- Lotura bikoitza asko daukaten kate luzeko hidrokarburoak

- **Txoke termikoaren proteinak**

Proteina hauek, bat-bateko tenperatura aldaketaren aurrean, kasu honetan tenperaturaren murrizpena, beste proteinak babesten dituzte. Izan ere, proteinak tenperatura modu gradual batean murrizten bada motelduko dira funtzioa mantentzen dutelarik. Aldaketa bat-batekoa bada, aldiz, proteinak guztiz ez funtzional gera daitezke.

- Beste proteinak aktiboki mantentzeko edo RNAm-ari lotu, eta itzulpena errazteko

- **Kriobabesleak**

Molekula konkretuak biltegitratzen ditu zelulak hauek mintzaren izozketa eta geroko apurketa saihesteko.

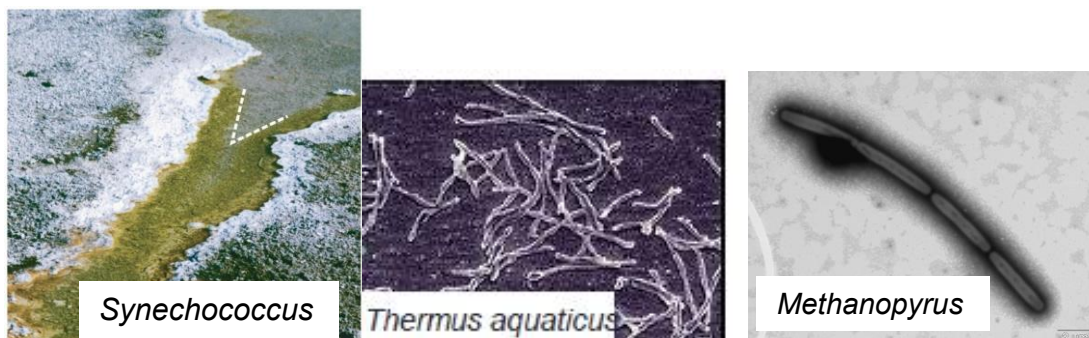
- Glizerola, azukre batzuk, exopolisakaridoak

B. Mikroorganismo termofiloak

Mikroorganismo termofiloek tenperatura hobezin altuak dituztenak dira (70°C inguru). Bizidun hauek aurkituko ditugu, eguerdietan 70°C-tara jartzen den lurrian, hartzidura batzuetan, iturri termaletan, industrietako uretan...etab. Hipertermofiloek edo muturreko termofiloak, termofloek baino tenperatura hobezin altuagoak dituztedue, hala nola, geiser eta fumarolak (150°C), itsas hondoko iturru termalak (350°C) eta iturri termalak (>80°C).

Hipertermofilo edo muturreko termofiloen artean prokariotoak dira nagusi, baina hauen artean batez ere arkeoak aurkituko ditugu muturreko ingurune beroetan proportzio handiagoan. Yellowstoneko parke naturalean, 70°C-ko iturri hidrotermaletan *Thermus aquaticus* bakterioa eta *Synechococcus* zianobakterio fototrofoa aurkitzen dira. 100°C-ko iturrietan, aldiz, *Methanopyrus* generoko arkeoak aurkituko ditugu besteak beste.

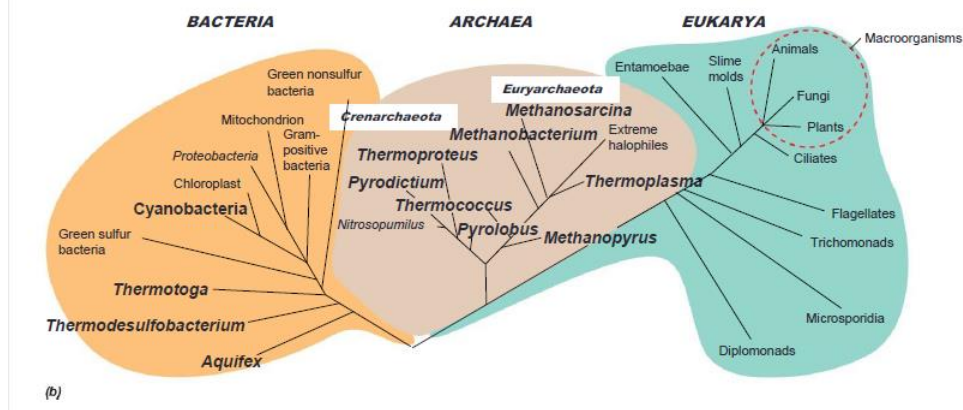
Hipertermofiloen aurkikuntza eta laginketa oso zaila da. Azken 50 urtetan ikertzaileak kapazak izan dira geroz eta muturreko baldintza hauek dituzten inguruneak aztertzen eta ikusi da ezagutzen den mikroorganismoarik hipertermofiloena, tenperaturarik altuena jasan dezakeena, *Methanopyrus kandleri* arkeoa da.



Mikroorganismo hauek isolatu egin dira batez ere haspide hidotermaletan, proportzionalki arkeo kopuru handiagoak eta bakterioen artean batez ere Proteobakterioak. Haspide hidrotermaletan aurkitu dira *Pyrodictium* generoko arkeoak, tenperatura optimoa 105°C dutenak, eta *Pyrolobus* generoko arkeoak, tenperatura optimoa 106°C-koa dutenak, besteak beste.

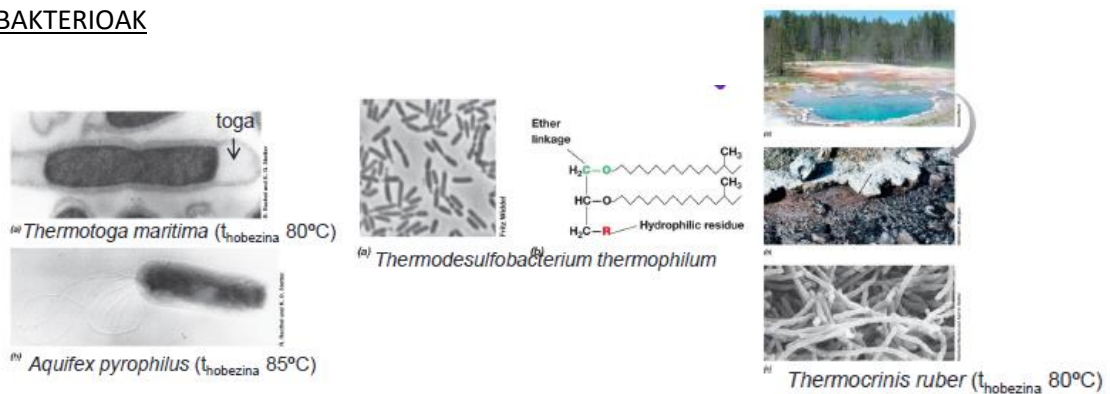
Organismo bizidun bat bizitzeko kapaza den tenperatura maximoa 150°C da, ATParen degradazio tenperatura, alegia. 150°C-tik harago ez da aurkitu bizirauteko gai den organismoarik momentuz.

Bakterio eta arkeo termofiloak eta hipertermofiloak



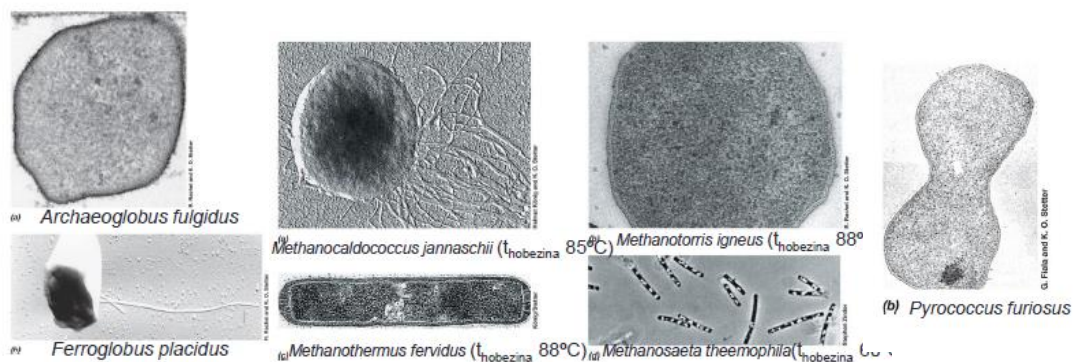
Adibide batzuk:

BAKTERIOAK



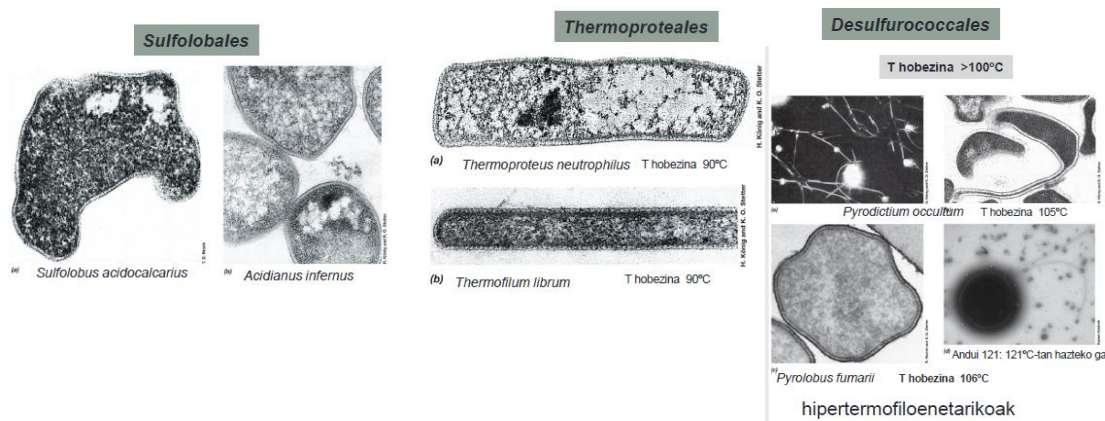
ARKEOAK

Arkeoak 5 talde handitan (phyllum-etan) banatzen dira: *Euryarchaeota*, *Nanoarchaeota*, *Korarchaeota*, *Crenarchaeota* eta *Thaumarchaeota*. Hauen artean arkeo hipertermofilo eta termofilo gehienak *Euryarchaeota* taldearen barruan sartzen dira. Hemen irudietan adibide batzuk:



Normalean hipertermofilo asko metanogenikoak izaten dira, azidofiloak ere eta ingurune berezietan aurki ditzakegu; adibidez, *Korarchaeota* taldeko *Sulfolobus* generoko arkeoak eta *Crenarchaeota* taldeko *Desulfurococcus* eta *Pyrodictium* generoko arkeoak sufrez aberasturikoak lur-bizileku termofiloetan.

Ikusten denez, ingurune termofiloak ez dira ur ekosistemetara mugatzen, lur-bizileku termofiloak ere badaude, eta baita bertan arkeo hipertermofilo eta termofiloak ere. Lur bizileku hauetan bizi diren arkeo hipertermofilo asko azidofiloak ere badira, hemen azaltzen dira *Crenarchaeota* taldeko eta orden ezberdineko arkeoen beste hainbat adibide:



Termofilo eta hipertermofiloen mekanismoak:

- **Oso proteina termoegonkorrak**

- Sekuentziari dagokionez, ez dute psikrofiloen proteinekin ezberdintasun handiegirik. Ezberdintasun nagusiak paketazio-mailan aurkituko dira, termofilo eta hipertermofiloenak askoz egonkorragoak izanik oso paketaketa dentsoa dutelarik:
 - Helize α motako tolesturak (β motakoak gutxiago)
 - Leku zehatz batzuetan aminoazidoen agerpenari esker beroarekiko tolesturak erresistenteagoak izango dira
 - Aminoazido basiko eta azido, eta proteinen barnekoaren arteko lotura ionikoa destolesturarekiko erresistenteagoak (ez dute erraz konformazioa aldatuko)
- Txoke termikoaren proteinak (txaperoninak), proteina laguntzaileak, bat-bateko tenperaturaren igoeraz babestu
- Solutu egonkortzaileak ekoizten dituzte
 - Diinositol fosfatoa, diglizerol fosfatoa, manosilglizeratoa

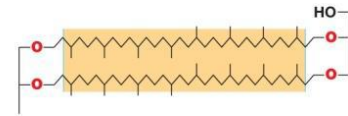
- **Mitz plasmatico termoegonkorra**

Beroak mintz plasmaticoan aurkitzen diren fosfolipidoak banatzea eragiten du, honen jariakortasuna emendatzen duelarik, honek desoreka osmotikoa eragin dezake zelulan. Honi aurre egiteko:

- Gantz-azido asetu asko eta kate luzekoak
- Arkeo asko hipertermofiloak dira, oso erresistenteak beroarekiko, nola lortzen dute hori?:

- Monoggeruza lipidikoa daukate non mintzeko fosfolipidoak fisikoki loturik dauden, egitura erresistenteago bat eginez
- Eter loturak eta gantz-azidoen ordeiz isoprenoz eraturiko C₄₀ hidrokarburoak dituzte

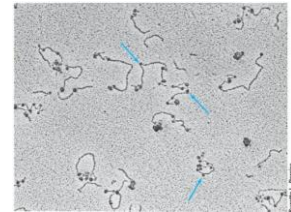
ETER lotura



- **DNA egonkortzeko mekanismoak**

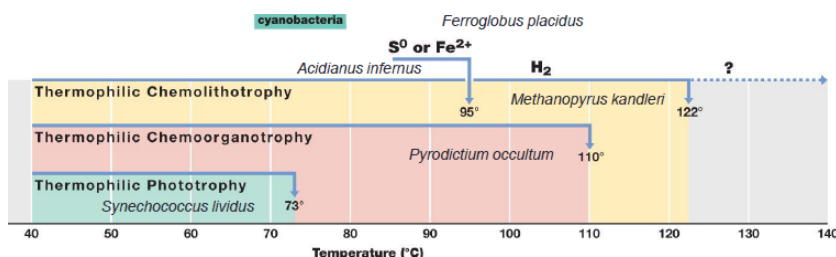
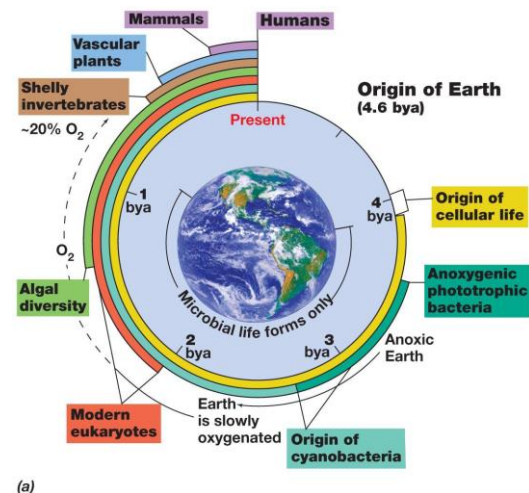
DNA-ren degradazioa ekiditeko tenperatura altuen ondorioz hainbat mekanismo:

- Konposatu egonkortzaileak:
 - Solutuak (K⁺, potasio 2,3-difosfoglizerato, potasio dimioinositol fosfato)
 - Proteina egonkortzaileak (poliaminak: putreszeina edo espermidina)
- DNA girasa inbertsoa: DNA ren biribilketa positiboa eragiten duten entzimak
 - Eukariotoen histonak bezalako proteinak (eskuineko irudia)



- **RNA erribosomikoan guanina/zitosina proportzio handia (3 zubi G-C; A-U 2) <%15 altuagoa**

Mikroorganismo termofilo eta hipertermofiloak oso garrantzitsuak dira eta maiz ikertuak. Izan ere, mikroorganismo mota hauek duten tenperatura altuekiko moldaeraz gain, esan dugun moduan, normalean muturreko pH eta O₂ kontzentrazioetara daude moldatuak ere; beraz, beste planetetan bizia garatu edo aurkitu ahal den ikertzeko dira erabilgarri eta garrantzitsuak. Baita ere jakiteko ea planetaren jatorrian bizi ziren edo ez (hasieran tenperatura altuak eta H₂ zein CO₂ kontzentrazio altuak baitziren nagusi).

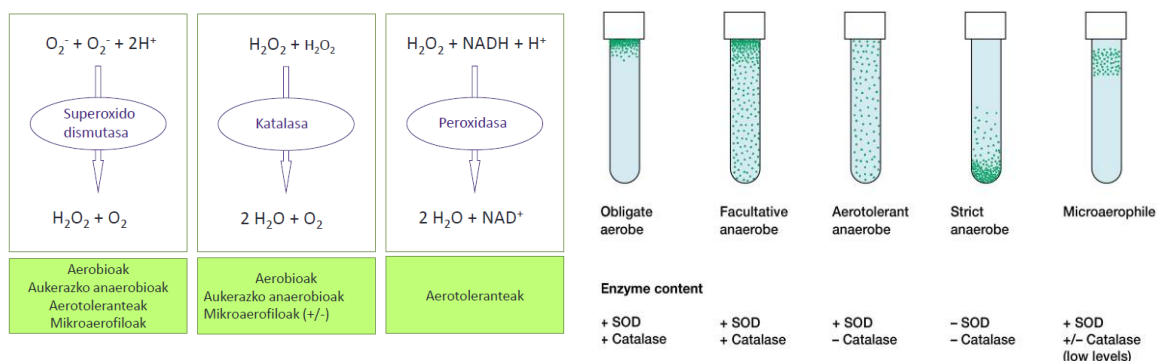


V. Oxigenoarekin erlazionaturiko moldaerak

Oxigenoa azken elektroi hartzaile gisa erabiltzeak, metabolismo aerobioa erabiltzeak, molekula toxiko asko sortzea dakar eta mikroorganismoek molekula horiek degradatzeko kapazak izan behar dira heriotza eragiten baitute.

Orokorrean, oxigenoa erabiltzen duten mikroorganismo guztiek superoxido dismutasa entzima daukate superoxido erradikala (O_2^-) degradatzeko hidrogeno peroxidora (H_2O_2).

Hidrogeno peroxidoa erradikal oxidatzailea ere denez, katalasa entzima erabiliko dute ur eta oxigenoa lortzeko. Salbuespena dago mikroorganismo aerotoleranteekin, hauek katalasa eduki beharrean peroxidasa entzima dute hidrogeno peroxidoa degradatzeko.



VI. Presio hidrostatikoarekin erlazionaturiko moldaerak

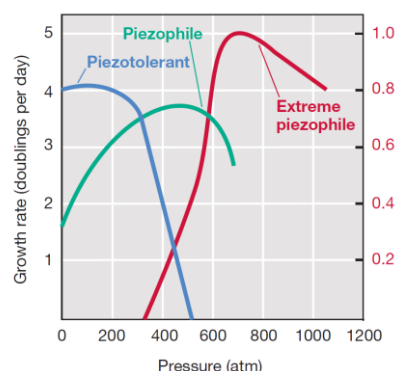
Ur-inguruetan bizi diren mikroorganismoak, batez ere itsaso zabalean bizi direnak, presio hidrostatikoa jasaten dute, ur zutabeak eragindako presioa hain zuzen ere, itsaso barnean aurkitzen diren sakoneraren arabera. Honek era batera edo bestera estres bat eragiten du organismo hauengan, honen aurrean batzuk mekanismoak garatuko dituzte sakonera altuetara bizitzeko.

Ur zutabeak egindako presioa:

- Azalera, presio hidrostatikoa eta presio atmosferikoa berdina dira (1 atm)
- Atmosfera bat gehitzen da 10 m-tako.
- Sakonera handiena $\approx 10.500\text{m}$ (Mariana uharteetako Fosa), bertako presioa $\approx 1.100\text{ atm}$

Presio hidrostatikoaren arabera bi mikroorganismo mota ezaugarritzen dira:

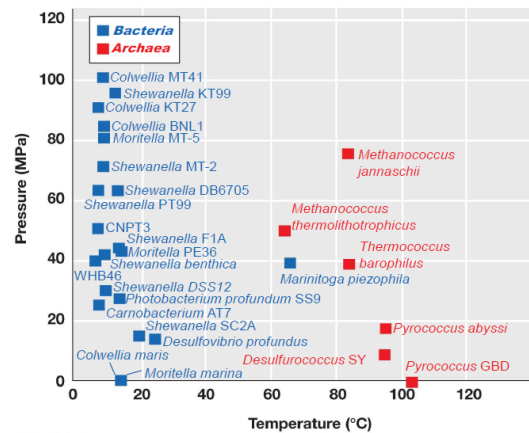
- **Piezotoleranteak:** nahiago dute presio atmosferikoa, hau da, jasango dituzte 1 atm baino gehiagoko atmosferak muga batera arte.
- **Piezofiloak/barofiloak:** 1 atm baino gehiagoko presio atmosferiko altuagoetan hobeto hazten dira
 - **Derrigorrezkoak:** ezin dira hazi presioa 500 atm-koa baino baxuagoa bada
 - **Hautazkoak:** 1 atm baino gehiagoko presio atmosferikoa altuagoetan hobeto hazten dira.



Sakonera altuko ingurunetan bizi diren organismoak presio hidrostatikoaz gain tenperatura oso baxuak ere jasan behar dituzte hori dela eta, barofilo asko psikrotrofilo ere dira.

Orokorrean mikroorganismo hauen ezaugarriak:

- Hazkuntza-tasa baxua:
 - Entzimen ahalmena substratuarekin jasiten da presioarekin
 - Proteinen sintesia jaisten da
 - Substratuen garraio-abiadura jaisten da
- Zelula-mintza eta garraioa: gantz azido asegabeak
- Zatiketa zelularra: presioaren eraginpean bakterioak hazten dira zatitu gabe filamentuak sortuz.



Irudian ikusten da presio hidrostatikoari dagokionez bakterio asko daudelapresio atmosferiko altuetara eta, baita, tenperatura oso baxuetara bizitzeko gai direnak; adibidez, *Colwellia* generoa, *Shewanella* generoa...etab.

Erantzun orokorra: BABES GURUTZATUA

Ingurunean ematen den baldintza aldaketa baten aurrean, mikroorganismoek ez dute soilik baldintza horri dagozkion mekanismoak martxan jarriko, baizik eta guztietara.

