

MIKROBIOLOGIA

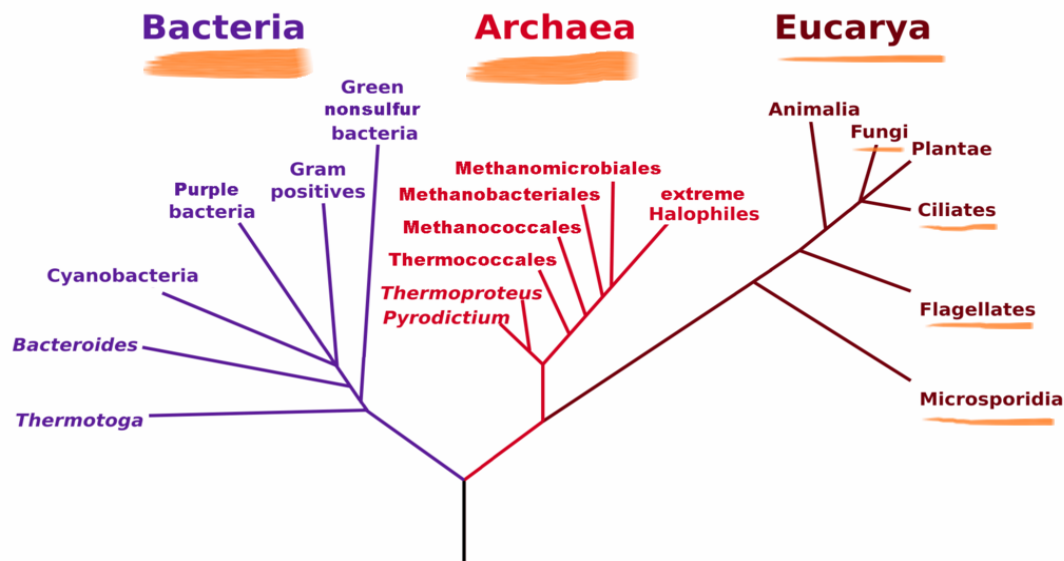


1. MIKROBIOLOGIA: SARRERA.

Mikrobiologia: izaki bizidun mikroskopikoak (soilik mikroskopioz beha daitezkeenak), bai prokarioto zein eukariotoak, edota zelulabakar zein zelulanitzak (ehunik gabeak) aztertzen dituen biologiaren adarra da.

Organismo hauen artean, Archaea (arkeobakterio primitiboak), Bacteria (bakterio ezagunenak) zein Eucarya (onddo, alga eta protozooak) domeinuetako **izaki bizidunak** aurki ditzakegu.

Phylogenetic Tree of Life



[**Izaki Biziduna:** egitura zelularrez antolatutako eta ohiko makromolekulak, ohiko erreakzio kimikoetan metabolizatzen dituen izakia da.]

Izaki bizidun orok ezaugarri komun hauek ditu:

- Biokimikoki: energia lortzeko mekanismoak garatu ditu, bai eta makromolekulak (DNA, proteinak, gluzidoak, lipidoak...) eta hauen sintesirako mekanismoak.
- Fisikoki: zelula(k) izango ditu, mintz batez mugaturiko unitate mikroskopiko, funtzional eta estrukturalak.

Mikrobiologiaren kasuan, birusek ez dute definizio hau betetzen, baina mikroorganismo bezala aztertzen dira, biziarekin nolabaiteko harremana dutelako. Hiru mikroorganismo azelular bereiz ditzakegu:

1. Birusak: RNA/DNA molekula eta hau inguratzen duen kapsida proteiko batez eraturikoak.
2. Biroideak: RNA zirkularren kate biluziak.
3. Prioiak: proteina zoltzaileak (autoerreplika daitezkeenak).

Hauek bestalde, metabolismo propio baten faltan, hostalari baten (zelula eukarioto zein bakteriofago prokariotoen) beharra izango dute, ugaltu eta bizi ahal izateko. Bi hitzetan: bizkarroiak eta estatikoak izango dira.

Mikroorganismoen taldean izaki bizidun ugari sartzen ditugunez, ezaugarri oso desberdinak dituzte bai morfologia, metabolismo edota fisiologiaren aldetik, baina badituzte ere haien arteko ezaugarri komun ugari: zaharrak, txikiak, metabolikoki aldakorrak, anitzak eta ugariak, arrakastatsuak, mekanismo erregulatuarekin aberatsak, ubikuoak eta batez ere naturan ezinbestekoak dira.

1. Zaharrak

Duela 3-4 milioi urte inguru agertutako lehen prokariotoak, gutxinaka ingurunera moldatzeko eraldatuz joan dira. Ezagutzen diren beste izaki bizidun guztien arbaso bilakatu. Teori endosinbiotikoaren arabera, bizitza konplexurako lehen urratsa, fagozitosi prozesu baten ondorio izan zen: organismo prokarioto batek irentsita beste prokarioto bat, gutxinaka funtzionalki espezializatu eta organulu bilakatzearekin batera.

Kronologikoki:

Prokarioto fotosintetiko anoxigenikoak → Zianobakterio fotosintetizatzaile oxigenikoak (eta hauekin batera atmosferaren oxigenazioa) → Bakterio aerobioak → Eukarioto zelularrak → Eukarioto zelulanitzak → Animaliak eta Landareak.

2. Txikiak

Mikroorganismoek, tamaina txikia izatearekin batera, **azalera/bolumen** erlazio handia dute eta honi esker, gorputz bolumen txiki bat elikatu eta mantentzeko, azalera handi bat bereganatu dute, metabolikoki abantaila bilakatu.

3. Metabolikoki aldakorrak

Ingurune baldintzak aldakorrak diren egoeretan, euren metabolismo-mekanismoak aldatu eta O_2 gutxiko atmosferetan, adib. anaerobio bilakatzen dira (hertsiki aerobikoak ez badira, behintzat). Gainera, kasu batzuetan, ohiko bideak jarraitu ordez, N atmosferikoa ere erabili dezakete.

4. Fisiologikoki anitzak

Zentzu honetan dibertsitate handiko taldea da.

Zenbaitek, onddo handien antzera, elikadura heterotrofoa izan ohi dute. Beste zenbaitek ostera, fotosintesiaren bide O_2 sintetizatzen dute, landareen antzera. Edota animalio bezala, elikagai organikoez elikatu. Badaude prozesu fisiologiko bereziak dituzten zenbait mikroorganismo:

- Fotosintesi anoxigenikoa: O_2 rik askatzen ez dutenak.
- Nitrogenoa atmosferatik hartzeko gai direnak.
- Metanoaren zikloan parte-hartzen dutenak: metano atmosferikoa erabiliz.
- Hartzitzaileak: industrian askotan erabiliak.

5. Arrakastatsuak

Ugaltze eta hazkuntza azkarra eta kopuru handikoa izaten dute, eta ingurune baldintzetara moldatuta, hainbat estrategia desberdin garatu dituzte, hazkuntza azkartuz edo motelduz:

- FAST AND FAMINE edo BANKETE-BARAUALDIA: elikagaiak ugaritzean, hazkuntza eta ugalketa esponentziala ematen da. Murriztu orduko, ordea, mantentzea izango da helburu nagusia.
- HOMOGENEOA: baliabideen fluktuazioak eskasak direnean, mikroorganismoak nahiko era homogeneoan hazi, ugaltu eta bizi dira.
Mycobacterium tuberculosis-ak adibidez, 24h-tan ugaltzeko bizi-zikloa garatu du, baina beste zenbaitek, hilabeteak pasa ditzakete ugaltu gabe, edota urtean behin ugaltu.

6. Ugariak

Planetako bizitzaren %80-a, mikrobianoa da. Izan ere, gure lehen arbasoak, bakterioak, garatu zirenean, mikroorganismoak baino existitzen ez ziren lur- planeta batean egin zuten. Lurreko izaki bizidunen talderik hedatuena da, eta ur gazi, geza zein organismoen barrunbeetan aurki daitezke, besteak beste:

- Itsasoko ur (1ml) : $0.5 \cdot 10^5$ bakterio.
- Ibaiko ur (1ml) : $0.5 \cdot 10^6$ "
- Lurreko (1gr) : $1 \cdot 10^6$ "
- Larruazala (1cm²) : $1 \cdot 10^4$ "
- Hestea (1gr) : $3 \cdot 10^{11}$ "

Giza organismoena kasuan, esaterako, 10^{13} giza-zelula izanda, 10^{14} bakterio ditugu, hots, zelula bakoitzeko, hamar bakterio, patogenoak, zein gure floraren zati direnak. Planetako izaki-bizidun guztien C-aren %50-a mikroorganismoena da (haien tamaina txikia izan arren), bai eta N eta P-aren %90-a.

S.J. Gould-en hitzetan: "Bakterioak dira eta izan dira planetako bizitza-egoera garrantzitsuena kuantitatiboki."

Hala ere, aniztasuna eta ugartasuna kontrajartzen dira askotan: itsaso-ingurunean, aniztasuna txikia izan arren, abundantzia asko dago, eta alderantziz lehorrean.

7. Ubikuoak

Mikroorganismoak planetako edozein lekutan aurki ditzakegu, baldintza normal, zein muturretakoan. Jatorrizko ingurunea itsasoa izanik (urari esker beren funtzio metabolikoak errazago betetzen baitituzte), beste leku askotara hedatu dira:

- Iturri hidrotermalak: zientzialari askoren ustez, izan ere, biziaren jatorria, itsasoaren hondoko iturri bero hauetan eman zen, T^a, presio, pH eta bestelako muturreko baldintzetan, arkeobakterioak garatzean.
- Mendi altuen gailurretan:
- Izotzean
- Basamortuetan: ura urria izan arren, eta dibertsitatea txikia, mikroorganismo ugari aurki daitezke, bakterio halofiloak besteen artena.
- Meatzaritzako ur azidoetan: pH=1 eko uretan bizitzeko gai diren mikroorganismoak ere aurkitu dira, esaterako Huelva-ko "Riotinto" inguruan:

ibai honek, mineral sulfuroen meteorizazioz eragindako substantziak garraiatzen ditu, arkeobakterioek ioi sulfurikoak azido sulfuriko bihurtzen dituztelako, oxidazio mikrobiologikoa deritzon prozesuan. Modu honetan, ura azidotu eta bakterio azidofiloak ugaritzen dira.

8. Moldapen mekanismodunak

Aldaketen aurkako erantzun azkarra dute, inguruneko baldintza aldakorretara moldatuz. Erradiazioa ematen denean, gazitasun, tenperatura edota pH aldaketetara moldatu, eta dibertsifikatzen dira. Modu honetan, egunean zeharreko aldaketak (bai tenperatura zein mareenak) gutxiago pairatzen dituzte.

Moldapen erraztasun hau, aldaketak aurreikusteko gaitasunaren ondorioa da, eta horrela, soluzioak jartzeko eraginkorrak izango dira.

9. Naturan ezinbestekoak

Lurreko baldintzak mantentzeko ezinbestekoa ditugu mikroorganismoak, kate trofikoaren oinarrian (ekoizletzat), zein bukaeran (deskonposatzaileztat) ditugulako, eta honela, materiaren ziklo orotan parte-hartzen dutela ikus dezakegu.

- Lurreko O₂-aren %50-a ekoizten dute fotosintesiaren bidez.
- Materia organikoa degradatu, eta CO₂-a sortzen dute, fotosintesia eman dadin.
- • Atmosferako N-a finkatzeko gai dira.
- Konposatu gehienak degradatzeko gai direnez, gure organismoarentzat toxikoak diren zenbait molekula degradatzen dituzte. *Pseudomonas* bakterioak, askotan erabiltzen dira biodegradazio industrialetarako.
- Geologian garrantzia: haitzuloetan sortutako CaCO₃-a, mikroorganismoek disolbatu eta H₂SO₄ bihurtzen dute
- Meteorologian: bakterioek sortutako CO₂ eta CH₄ metatzean, lurreko tenperatura mantentzeko beharrezkoa den **berotegi-efektua** eragiten dute.

10. Onak edo txarrak

Orokorrean, mikroorganismoak kaltegarriak direla pentsatzen da, baina hauxe iritzi publikoa baino ez da, miloika espezie desberdin eta ezezagun existitzen direlako. Mikroorganismoak beste izaki bizidunen antzekoak dira eta naturarekin eta beste izakiekin oreka bizi dira gehienak. Oreka hau apurtzena, bestalde, kaltegarri bilakatuko dira. Mikroorganismo kaltegarrietan, egun, 20 protozoo patogeno inguru baino ez ditugu ezagutzen (*Plasmodium*...) eta 60.000-200.000 espezie protozoo daude. Mikroorganismo "onak", askotan, gure elikagaiak (ardoa, ogia etab. *Sacharomyces* bidez), edota sendagaiak (penicilina etab. *Penicillium* bidez) fabrikatzeko erabiltzen ditugu.

MIKROBIOLOGIAREN HISTORIA.

Mikrobiologiaren historian, hiru garai desberdintzen ditugu:

1. Aurkikuntza: mikroorganismoen presentziaz jabetu eta kontzientziatu.
2. Patogenoen aldia: mikroorganismoak gaixotasunekin zuten harremana deskubritu.
3. Ekologia/Genetika: inguruan eta naturan mikroorganismoek duten garrantziaz jabetu eta sistema naturalaren zati bezala onartu.

1. AURKIKUNTZA:

- Robert Hook (1664): lehen behaketak egin zituen, mikroskopia erabiliz.
- Leuwenhoke (1677-1684): berak asmatutako mikroskopia lentedunaz, mikroorganismoen deskribapen desberdinak garatu zituen, hauen morfologiari erreparatuz zenbait taldeetan klasifikatuz: bazilo, espirilo, koko... Erabilitako mikroskopia nahiko primitiboa izan zen, dena den.

2. PATOGENOEN ALDIA:

- Louis Pasteur: aurkikuntza garrantzitsuak egin zituen, Pariseko eskola sortuz (mikrobiologiaren oinarriak sustatu zituen).
 - Generazio espontaneoaren teoria guztiz baztertu zuen. Matraze desberdinekin egindako esperimentuetan, salda kutsatuak behatuz.
 - Mikroorganismoak airean eta hauts partikuletan zeudela deskubritu zuen.
 - Mikroorganismoak prozesu metabolikoetan parte-hartzen dutela deskubritu zuen, hildako landare zein animalien organismoen deskonposizio-prozesuak behatuz.
 - Ardoaren kalitatearen inguruan, zenbait behaketa egin zituen: bakterioek bi hartzidura mota egiten dituztela deskubrituz (hartzidura alkoholikoz, ardo ona fabrikatu, eta bestalde hartzidura laktikoz, ardo kutsatzen zutela ikusiz).

Garai beretsuetan, Joseph Lister-ek, diluzio serialaren teknika erabili zuen, espezie bakarrekoa mikroorganismoen koloniak isolatu, eta kultibo puru likidoak lortzeko. Honetarako, lagina behin eta berriz diluitu eta mikroorganismoen kopurua jaitsiz, purifikatzen zuen.

Teknika honek, bestalde, ez zuen kultibo-medio solidoetan funtzionatzen, eta gutxinaka mikroorganismoak kutxatutako solidoak (laranja-azalak, patatak, ogiak...) erabiltzen hasi zirenez, teknika desberdinak garatu zituzten. Schoeter-ek, esaterako, hauen garapenean lan egin zuen.

XIX. Medean, Robert Koch-ek aurrerakuntza uari egin zituen mikrobiologiaren arloan, besteka beste garaiko heriotzen kausa garrantzitsuenetakoa zen tuberkulosiaren *Mycobacterium tuberculosis* deskubritu eta isolatzean.

Gainera, kultibo-medio likidoei gelatina botaz, medio solidoak lortu zituen, eta hauetan isolatze-teknikak hobetu. Hauxe metodologia:

1. Kultura-medio solidoa petri plaka batean jarri, eta mikroorganismoez kutsatutako ereinketa euskarriarekin, ildaska batzuk egiten zituen agarrean.
2. Ondoren, euskarria esterilizatu (eta beraz, mikroorg. kopurua txikitu) eta beste behin ildaskak egiten zituen.
3. Esterilizazio askoren ondoren (guzti hauek Bunsen metxeroaz), euskarriarekin ildaskak egitean, kolonia isolatuak lortzen zituen, mikroorg. kopurua minimoa izaten zelako. Koloniak zelula bakar baten zatiketaz eratuta daudela suposatuz (hots, espezie bereko indibiduoek) , espezie puruak isolatzea lortu zuela esan daiteke.

Baina isolaketa-metodoek beste, Koch-en ekarpenak egungo mikrobiologian aztarna handia utzi dute, eta bere postulatuak (1876) , gaixotasun infekziosoen azterketarako funtsezko urratsk finkatzen dituzte:

1. Mikroorganismo patogeno susmagarria gaixotasuna pairatzen duten ostalari gaixo GUZTIENGAN aurkitu behar da eta ostalari osasuntsuengan ez da egon behar.
2. Mikroorganismoa ostalari gaixoarengandik ISOLATU eta KULTIBO PURUAN jarri beharko dugu, espezie bakarra lortzeko.
3. Mikroorganismoaren KULTIBO PURUA ostalari osasuntsu batean txertatzekotan, ostalari hau gaixotu egingo da.
4. Ostalari berri honetatik ere mikroorganismoa isolatu eta berriz ere KULTIBO PURUAN hazi beharko da.

Esan bezala, gaur egun ere Robet Koche-en postulatuak erabiltzen dira, eta medikuntzan aurrerakuntza ugari eman diren arren (eta mikroorganismo berriak agertu), arau unibertsalak bilakatu dira. Garai batean, AEB-tako gaixotasun-kausak jatorri bakterianoa izanik, patogeno-aldian emandako aurreerapauso guztiei esker, egun, kopurua izugarri jaitsi da, eta medikuntzak beste erronak batzuk ditu orain: minbizia, gaixotasun kardiobaskularrak...

3. EKOLOGIA ETA GENETIKA:

XX. mendean, konzientzia ekologikoa garatzean, mikroorganismoak ekosistema baten partaidetzat aztertu ziren estreinekoz.:

- M.W. Beijerinck: animaliez gain, landare eta agrikultura munduan ikerketa ugari egin zituen, eta biologiaren aitzindari kontsideratzen da. Honetaz gain, leguminosen nitrogenoaren finkatze-printzipioa deskubritzen du.
- S.Winogradski: lur mikrobioogian aurrerakuntzak egin zituen, eta Beijerinck-ekin batera, N eta S aren zikloan mikroorganismoean esku-hartzea aztertu zituen, lehen aldiz, bakterio kimiolitotrofoei buruz hitzegingo da. N atmosferikoa lurrera bueltatzeko prozesuak aztertu zituen.
- T.D.brock (1962):
 - Mikroorganismoen funtzionamenduaren garrantziaz jabetu en, ingurumenaren funtzionamendu egokirako beharrezkoak zirelako. Molekulak askatu edota kentzen zituztela, hain zuzen (O₂, CO₂...)
 - Sinbiosi-harremanen mekanismoak deskubritu zituen.
 - Mikroorganismo-komunitatean ematen diren harremank aztertu zituen.

- “Bacteria are able to grow ... at any temperature at which there is liquid water, even in pools which are above the boiling point.” Estremofiloekin lan ugari egin zituen, eta bioteknologiaren aitzindari bilakatu zen.

Genetikan ere garrantzi handia izan dute mikroorganismoek, bakterioen arteko material genetikoaren trukatzeko-mekasismoak deskubritzearekin batera, teknikak garatu zirelako:

1. KONJUGAZIOA: sexu-pilien bidezko kontaktu fisikoz, material genetikoaren (plasmidoak) transferentzia zuzena ematen denean.
2. TRANSDUKZIOA: birusen bidez egindako transferentzia, bakterio baten materiala hartu, eta beste bakterio batean txertatzen duenean.
3. TRANSFORMAZIOA: zelula hartzaileak, DNA askeko zati bat hartu eta bere kromosoma batean sartzen duenena, normalean lisaturiko bakterioetatik ateratakoa.

Watson eta Crick-en deskribatutako DNA-ren egituraz aparte, genomaren azterketarako aurrerapausoak eman zituzten:

- Proteina errepresoreen funtzionamendua azaldu zuten.
- Bakterioen geneak, OPEROI deituriko antolaketa-sistemetan kokatu zituzten, β -galaktosidasaren genea eredutzat hartuz.
- Kode genetikoak garatu zuten.
- Atzeratranskriptasa deskubritu, eta zenbait erretrobirusen mekanismoak ulertzeko tresna bilakatu zen.

Eta beste hainbat deskubrimendu eman diren geroztik:

- 1975, antigorputz monoklonalak: antigorputz homogeneoa, B linfzito baten eta zelula tumoral baten fusioz eratutako zelula batek sortua.
- 1977, Arkeoen aurkikuntza: izaki bizidunen sailkapen berri bat plantearazi zuen.
- DNA sekuentziazioaren proiektua abiarazi zen.
- 1981, Prioia aurkitu ziren, eta prokariotoak T altuko inguruetatik isolatu ziren (estremofiloen azterketa).
- 1984, IHESA ren birusa deskubritu: F.B.Sinoussi eta L.Montagnier zientzialariek birusa isolatu zuten.
- 1986, PCR teknika garatu zen: Kary Mullis-ek, DNA fragmentu baten kopia ugari lortzeko gai zen makina diseinatu zuen, ikerketa genomikoetan ikaragarriko aurrerakuntza suposatuz. *Thermus aquaticus*, *Pyrococcus friosus*, *Thermococcus Litoralis*, *Thermus termophilus* bakterio termofiloen DNA polimerasak erabiltzen zituen.
- GIZA GENOMAREN SEKUENTZIAZIOA (2000): gaixotasunen identifikaziorako tresna bilakatu da. Giza genoma ikertzen hasi baino lehen, bakterio desberdinen sekuentziazioa egin zen. Craig Venter biokimikariaren inizatiba izanik, behin plazaratuta, aberastu zelarik, belaontzi bat erosi eta ikerkuntza laborategiak eraiki zituen, Sargazos itsasoan laginak hartu eta ikerketa subentzionatzeko. Egun, enpresa-gizon eta farmakologoa da.

+MALASPINA ESPEDIZIOA:

2. PROKARIOTOEN FUNTZIO ETA EGITURAK.

EGIN BEHARREKO GALDERAK:

- Zein da tamaina txikia izatearen abantaila?

Azalera/bolumen erlazio handiak, metabolismorako erraztasunak ematen dizkie.

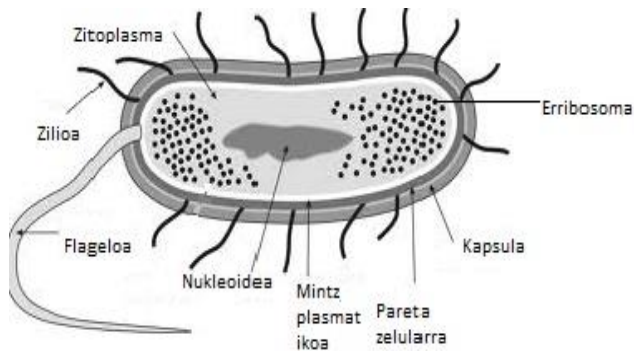
- Zein da morfologia desberdinen abantaila?

Prokariotoak morfologikoki oso desberdinak eta ugariak dira. Forma bakoitzak, abantailak emango dizkiete inguru-baldintza desberdinetara moldatzerako orduan.

- Zeintzuk dira egitura morfologiko garrantzitsuenak?
 1. PARETA ZELULARRA: zelula babesteaz gain, forma eta zurruntasuna ematen dio. Materiaren elkartruke-azalera da, eta hortaz, solutu, hondakin eta beste substantzia askoren garraioan parte-hartzen du.
 2. MATERIAL GENETIKOA: nukleotide deritzon zonaldean bilduta, mikroorganismoaren proteinen sintesirako informazioa gordetzen du.
 3. ERRIBOSOMAK: proteinen sintesian parte-hartzen dute, RNA mezularia kodetuz eta transkribatuz.
 4. MINTZ PLASMATIKOA: zitoplasmaren babesa eta mesosomen eraketa, hauek metabolismorako organuluaren antzera jokatuko dute.
 5. FLAGELOAK: zenbait mikroorganismoetan aurki ditzakegu, mugikortasuna ematen diete.

+ZILIOAK: ilekka moduko batzuk, flageloen antzera mugimendurako bereziak.

+TAXI desberdinetarako: elikagai taxia, fototaxia (zianobakterioen argi-beharrerako), kimiotaxia, konposatu toxikoetatik ihes egiteko...



1. PROKARIOTOEN TAMAINA:

Mikroorganismoak, oso txikiak izan arren, benetan ugariak dira tamainaren aldetik.

- Birusak, esaterako: 10^{-2} - 10^{-5} μm artean neurtzen dute.
- Prokariotoak: tamaina ugariak.
 - Diametroa: 0,1-50 μm artean.
 - Rickettsioak: txikiak 10^{-2} μm^3 -ko bolumena.
 - Zianobakterioa: handienak, $1000\mu\text{m}^3$ -ko bolumena.
- Zelula eukariotoak, normalean, prokariotoak baino handiagoak izaten dira: txikiak, (mikromonak), $5\mu\text{m}^3$ -ko bolumena izan ohi dute, baina beste batzuk $10^6\mu\text{m}^3$ -koak izatera heldu daitezke.
- Ezaugarri mikroskopiko honek, azalera/bolumen erlazio handia eragiten du eta honek metabolismorako abantailak ekartzen ditu, azalera handi bati esker, gorputz bolumen txikia izanda, elkartrukeak azkarrago ematen direlako, konparaketa egiteko:

Haemophilus influenzae

3

Escherichia Coli

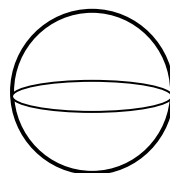
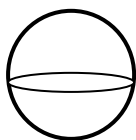
1,5

AZALERA: $12,6 \mu\text{m}^2$

AZALERA: $50,3 \mu\text{m}^2$

BOLUMENA: $4,2\mu\text{m}^3$

BOLUMENA: $33,6 \mu\text{m}^3$



- Bolumen unitatea gero eta txikiagoa izanda, eta azalera handia mantentzen bada, elkartruke-gainazal handiari esker, metabolismoak azkartu eta era berean, hazkuntza-abiadura handituko da.

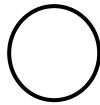
+Dena den, bizidunen tamainak muga bat dauka:

- Eukariotoak: muga estrukturala → 1 nukleo, 1 mitokondria, 1 kloroplasto...
- Prokariotoak: muga molekularra → azido nukleikoa, proteinak, gluzidoak...
- Birusak: muga molekularra → azido nukleikoa (DNA edo RNA), proteinak...

Lehen esan bezala, prokariotoek gehieneko tamaina bat ere badute. Hau pasatzekotan, ezinezkoa suertatuko baitzaie beren funtzio metabolikoak burutzea.

2. PROKARIOTOEN MORFOLOGIA:

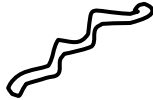
KOKOAK: forma borobila.



BAZILOAK: forma luzanga.



ESPIROKETAK: espiral luzanga, malguki antzekoa.



KOKOBAZILOAK: koko/bazilo artekoa.



FIRUKARIAK: onddoen antzekoak.



LUZAKINDUNAK: luzakina dutenak.



ESPIRILLOAK: espiral itxurakoak.



BIBRIOAK: koma itxurakoak.



Bakterioak morfologikoki oso anitzak dira:

- Badaude PLEOMORFIKO diren zenbait bakterio: euren bizi-zikloan zehar, hainbat forma desberdin har ditzaketenak, adibidez, aktinomizeto edo aktinobakterioak.
- Dena den, forma hauek ugarienak izan arren, askoz ere morfologia gehiago ager daitezke.

+ETA, NOLATAN MANTENTZEN DUTE FORMA?

Bakterioek hainbat egitura konplementario dituzte, euren morfologiari zurruntasuna eta egonkortasuna eman ahal izateko.:

- Peptidoglikanoak: Gram positiboetan geruza lodi bat, eta negatiboetan meheago bat eratuz, mintz plasmaticoaren gainean kokatzen dira zurruntasuna emanez.



- MReB proteinak: aktinaren homologo kontsideratuta, antzkeo egitura helikoidal tertziarioa hartzen dute, eta aktina filamentuen antzera, funtzio estrukturala betetzen dute.

+Azken hauek baziloetan gehien aurkitu diren arren, zenbait kokotan ere ager daitezke, eta arkeoetan ere (ez baita domeinu honetan sakonegi aztertu).

+ABANTAILAK ETA ERAGINA:

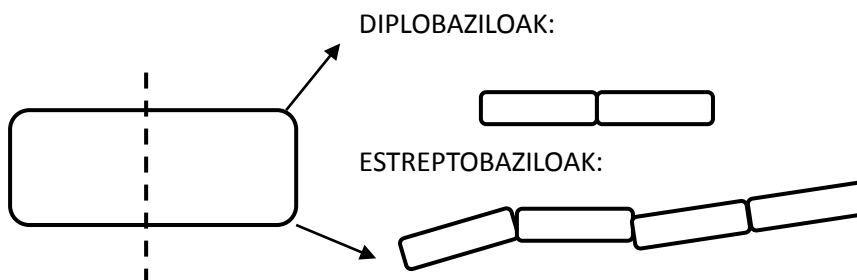
Morfologiaren arabera, ingurune-baldintza desberdinetara moldatzeko gai dira bakterioak, bakoitzak abantaila batzuk dituelarik:

- **KOKOAK:** azalera/bolumen erlazio txikiena izanik, transpirazio- azalera txikiena izango dute, hots, lehorketen aurrean erresistenteak izango dira.
- **BAZILOAK:** azalera handia eta zapalagoa dutenez, itsasgarritasun-gaitasun handia izango dute, eta era berean, elikagaiak harrapatzeko erraztasuna (faktore hauek oso garrantzitsuak izango dira hazkuntzarako).
- **ESPIRILOA:** ur sistemetan daudenean, mugimendu ezin hobea dute, euren "sakakortxos" moduko morfologiari esker.
- **FIRUKARIAK:** estres termikoarekiko erresistentzia handia dute (termofiloak) eta gainera, ostalarien immune-sistemaren aurka ere oso erresistenteak dira. Harraparietatik ihes egiterako orduan, filamentuek higidura-gaitasuna ematen diete.

3. PROKARIOTOEN ELKARTEAK:

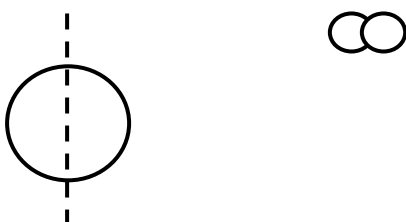
Prokariotoak, zelula-zatiketan mitosis zatitu ondoren, berez, kumeak gurasoengandik urrunduko dira. Baina zenbait kasutan, itsatsita gelditu, eta kolonia antzekoak eratuko dituzte. Zelulen morfologia, kopuru, eta zatiketa-planoaren arabera hainbat multzo desberdintzen ditugu:

- **BAZILOAK:** plano ekuatorialetik banatu ohi dira.



- **KOKOAK:** plano ekuatorialetik edota beste plano gehigarrietatik zatitu daitezke.

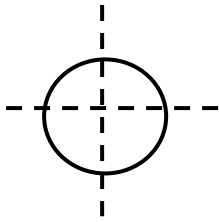
DIPLOKOKOAK: gonorrea



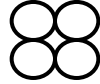
ESTREPTOKOKOAK



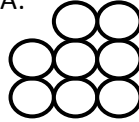
- Bi plano perpendikular:



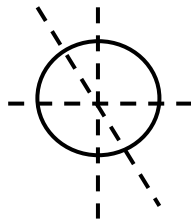
TETRADA:



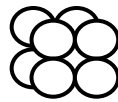
XAFLA:



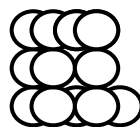
- Plano ugari:



SARTZINA: kubo



ESTAFILOA:



4.PROKARIOTOEN OSAGAIAK:

Prokariotoek, ezinbestekoak diren osagaiak dituzte, hots, mikroorganismo guztietan agertuko direnak. Eta beste asko, zenbait organismoetan soilik ager daitezkeenak. Alde honetatik barietate handia dago.:

- EZINBESTEKOAK: mintza + nukleoidea + zitosola + erribosomak.

- BEHARREZKOAK EZ DIRENAK: guztietan agertzen EZ direnak, hain zuzen.
 - Gas besikulak
 - Klorosomak/ Karboxisomak/ Magnetosomak: produktu metabolikoak biltzeko edota landare-organismoen fotosintesarako funtsezkoak diren substantziak biltzen dituzten organuluak. Magnetosomak magnetita biltegi zelularrak dira, eta zenbait bakterio flagelatueta orientaziorako balio diete.
 - Horma zelularra.
 - Glikokalixa.

5. HORMATIK KANPO: GLIKOKALIXA

Glikokalixa, horma zelularren gainean aurkitzen den geruza biskotsua da. Polisakaridoetan ugaria, espezie edo zelula bakoitzak, azukre-segida propioa izango du, eta honek identifikatzaile modura joka dezake. Mikroskopia behatuta, zelularen gaineko geruza semi-gardena eratzen du, lodiera aldakorrekoa. Glikokalixa garatzen duten prokariotoen artean:

- *Rhizobium trifolii*: N atmosferiko fixatzaile mota bat.
- *Bacillus anthracis*: antrax gaixotasun infekziosoaren eragileak.

BI motatako geruza izan daiteke, mintzaren ondoren: kapsula edota geruza lirdingatsua. Azken honetan, polialkoholak eta poliaminoazidoak aurkitzen ditugu. *Bacillus anthracis*-ek, esaterako, Glutamina ugariko kate polipeptidikoa izango du.

FUNTZIOAK: glikokalixak, orokorrean, lau funtzio desberdin izango ditu:

1. ITSASGARRITASUNA:

- Patogenoetan: ostalarrietan finkatzeko funtsezkoa izango da. Birulentzia-funtzioa, hortaz.
- Ur sistemetan: bizi diren bakterioentzat, elikagaiak lortzeko aproposa izango dute itsasgarritasuna, zorura itsatsi eta korronteak eraman ez ditzan.

2. FAGOZITOSIA: glikokalixak, fagozitosien ezagupena galarazten du, eta hortaz, antigenorik detektatzeko zailagoa dutelako.

3. BABESA: birusen aurkako defentsa bezala erabiltzen dute askok.

4. LEHORTZEA: oso geruza hidratatu denez, ura erraz gorde dezake, eta lehortearen aurrea, ur-gordekin paregabea izaten da.

6. HORMA ZELULARRA:

Beste izaki bizidunetan agertu ohi da egitura hau (onddoak...), baina prokariotoetan oso berezia da, eta ezaugarri bereizgarria izaten da sailkatzerako orduan.

- Mintz plasmaticoaren gainean kokatzen den geruza da.
- Egitura / konposaketa desberdinak ditu prokariotoaren arabera.
- Ez da prokarioto guztietan aurkitzen, bereziki bakterioen ezaugarria izaten da, baina hala ere, ez da bakterio guztietan aurkitzen.

+Zenbait arkeotan ere aurkitu da.

·**GRAM TINDAKETA:** Christian Gram-ek 1884an garatutako tindaketa-teknika honi esker, horma zelularren arabera bakterioak bereiz ditzakegu: Gram positiboak eta Gram negatiboak.

Hauxe da prozedura:

1. Kristal bioleta deritzon tindatzailearekin lagina tindatzen dugu, denbora zehatz batez eragiten utzita. Printzipioz, zelula guztiek kolore morea hatuko dute.
2. **Lugola** deritzon tindatzaileaz, lagin tindatua fixatzen dugu, bizpahiru minutuz.
3. Ondoren bakterio / prokariotoak dekoloratuko ditugu:
 - Batzuk morez jarraituko dute.
 - Beste batzuk, kolorea galduko dute.

Jada bereizi ditugun arren, kontrastatu beharra dugu, lagina ikusgai izan dadin.

4. **Safamina** tindatzaile erabiliko dugu, kolore arrosa emango diona:
 - Morez: Gram +
 - Arrosaz: Gram -

Dena den, ez da hain erraza praktikan bi hauek desberdintzea, eta hortaz, kultiboak halabeharrez gaztea izan behar du: gehienez ere aurreko egunean prestatua. Baina, hauxe da teknikaren funtsa:

1. Gram positibo bat hartu eta tindatuta, tratamedu baten bidez **HORMA ZELULARRA** kenduko diogu. Guzti hau medio isotonikoan eginda, ez du morfologia ez kolorerik galduko.

ONDORIOA: tindatzailea ez da pareta zelularrean gelditzen.

2. Ondoren, alkoholarekin dekoloratu eta kolorea (konposatu tindakorrak) galduko ditu, guzti hau babesten zuen horma kendu diogulako.

Bakterio positibo zein legami bati egitean, biak agertuko zaizkigu morez. Beraz:

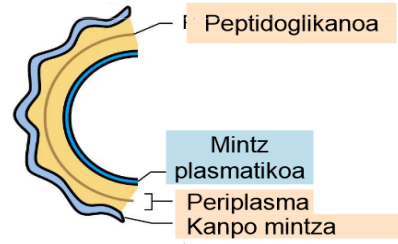
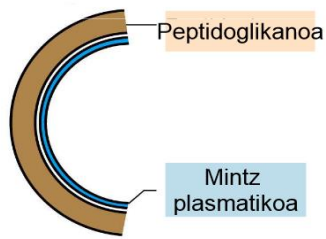
ONDORIOA: nahiz eta konposaketa desberdian izan, koloratzaileaz efektu ber alortuko dugu.

Gram tindaketak horma zelularren EGITURA desberdinduko du, ez konposaketa kimikoa!!

Aipatu bezala, desberdintasun ugari aurkitzen ditugu gram positibo / negatiboen artean, baina konposaketa, baina batez ere egituraren aldetik:

GRAM POSITIBOA: geruza bakarra.

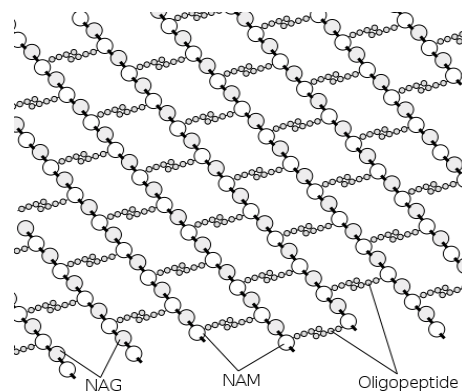
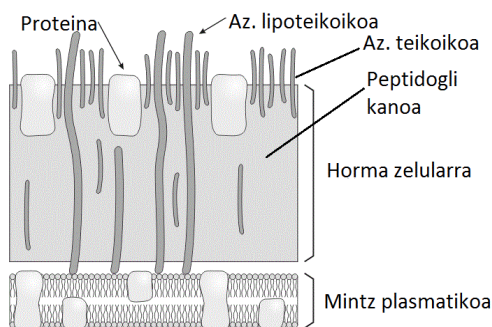
GRAM NEGATIBOA: hainbat geruza.



- Peptidoglukanozko geruza lodia: %90-a.
- Azdio teitoiko eta lipoteitoikoak: %10-a.
- Peptidoglukanozko geruza mehea: %10-a.
- Kanpo mintza:
 - Lipopolisakarido.
 - Fosfolipido.
 - Proteina.
- Periplasma.

Aipatutako Gram tindaketa izan ohi da bakterio bat identifikatzeko lehen urratsa, hortik aurrera lau talde handitan sailkatu, eta identifikazio-eremua txikituz errazten delako (morfologia, mugimendua...eta beste gauza batzuk hartuko dira kontuan hemendik aurrera).

1. GRAM POSITIBOAK (+)



- **Peptidogli kanoa/mureina:** mintz plasmatikoaren gainean geruza gogorra eratzen du:
 1. Aminoazukre alkilatuak: NAM (N-azetil muramikoak, soilik bakterioetan aurkitzen dena), eta NAG (N-azetil glukosamina, besteak beste kitinaren osagaia).

2. Aminoazidoak (L zein D forman):

- D-alanina / D-glutamina
- L-alanina.
- Lisina.
- DAP (azido diaminopimeliko): soilik bakterioetan agertzen dena.

Peptidoglikanoa eratzeko, NAM eta NAG txandakatutako $\beta(1\rightarrow4)$ kateetatik tetrapeptidoak izan ohi diren kateak ateratzen dira. Kate hidrokarbonatuak paraleloan kokatzen dira, eta kate peptidikoaren lotura peptidiko bati esker, lotu egiten dira.

Kate peptidikoaren konposaketa, eta beraz, lotura peptidikoa desberdina izango da espezie bakoitzean. *Staphylococcus aureus*-ek esaterako, glizina eratuak izango ditu.

+FUNTZIOAK: horma zelularra kentzekotan, zer gerta daiteke? Funtzio ugari ditu:

1. Bakterio barruko gatz kontzentrazioa ingurukoa baino askoz altuago izanik, osmosiaren ondorioz, ura gehiegi xurgatu eta TURGENTZIA emango litzateke, zelula deseginez. HUA saihesten dute, beraz, peptidoglikanoek.

Kontrakoa gertatzen bada, hots, inguruko gatz-kontzentrazioa handitzean, barruko ura kanpora atera eta zitoplasma txikitzearen ondorioz, PLASMOLISIA gertatuko da, paretak bere forma mantendu, baina mintza asko txikitzen delarik.

2. Morfologia mantentzeko balio dute: peptidoglikanoek zurruntasuna eta forma ematen diote bakterioari.
 3. Muga hidrofobiko bezala jokatzen du: fosfato, aminoazido eta beste elementu polarrak erakarriz.
- **Azido teitoiko/ lipoteitoikoak** : fosfodiester lotura bidez lotutako glizerol /erribitolez eratuak izaten dira, 30 polialkohol ingurukoak.

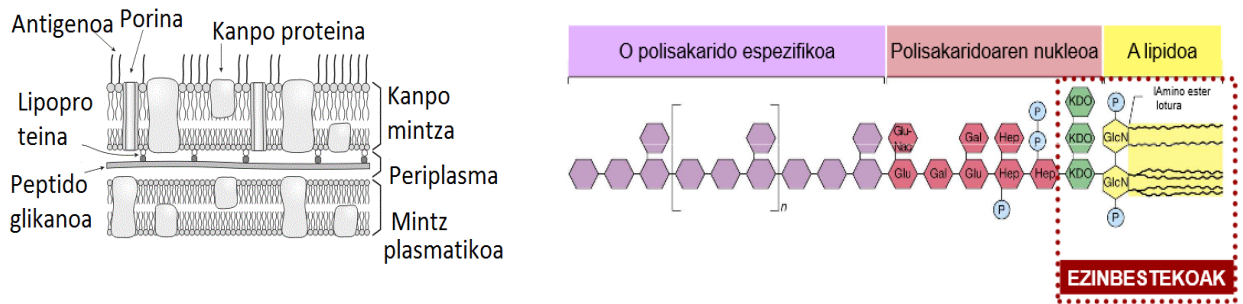
N-azetil muramikora lotu daitezke kobalentez, edota mintz plamatikoaren fosfolipidoetara (lipoteitoikoaren kasuan, azken hauek glizerola baino ez dute izango).

+FUNTZIOAK:



- A Autolisosomen jardueraren erregulazioa: auto lisia eta horma zelularren hazkuntzaren erregulazioa.
- B Antigeno gisa jokatzen dute: patogenoentzat identifikaziorako tresnak.
- C Gram + en polarizazioa erregulatzen du, negatiboki kargatuz. Mg^{2+} katioien garraioa erregulatzen dute era berean.
- D Itsasgarritasun funtzioa dute: patogenoaren kasuan garrantzi handikoa izaten da, ostalariaren organismora itsatsi ahal izateko. Adib, *Streptococcus*-en kasuan.

2. GRAM NEGATIBOAK (-)



- **Peptidoglikanoa /mureina:** askoz meheagoa dauka. Lipoproteinak izango ditu, kanpo mintzari lotzeko: azido diaminopimerikoarekin.

Gram negatiboen kasuan, petidoak zuzenean lotzen dira, ez dute katerik erabiliko.

- **Kanpo mintza:** soilik gram negatiboetan agertuko da. Konposaketa:
 - Proteinak
 - Fosfolipidoak
 - Lipopolisakaridoak: hauek kanpo mintzaren geruza garrantzitsua ordezkatzen dute, LPS deiturikoak, endotoxina moduan eragiten dute (bakterioek dituzten konposatu toxikoak izango dira, baina jariatu edo kanporatu ordez, mikro organismoari atxikituta).

[Kanpo mintza = LPS (lipopolisakarido) geruza = endotoxina.]

Honek antibiotikoekiko eta hesteko gatz biliarrekiko erresistentzia ematen die bakterio gram negatiboek.

- Porinak: 3 proteinen elkarketa da, erdialdean tutu hutsa duena, eta konduktu bezala funtzionatuko duena, substantzia desberdinen sarrera eta kanporaketarako. Bi mota daude:
- Espezifikokoak: adibidez, maltosarekiko edota beste azukreekiko espezifikokoak direnak.
- Ez-espezifikokoak: ura barruan izaik, substratuak barneratu edota kanporatzeko uretan disolbatzen dituenak.

+KANPO MINTZAREN FUNTZIOAK:

1. Iragazkortasun-selektiboa: hesi modura jokatzen du, molekula batzuentzat iragazkor eta beste batzuentzat iragazteztina da:
 - Antibiotikoak: gram negatiboak, abantaila handikoak dira defentsan.
 - Behazun gatzak: mikroorganismo gehienak hestean askatutako azidoen ondorioz hiltzen diren arren (+), negatiboak babesteko gai dira.
2. Animalientzat toxikoa da: endotoxina deritzonak kalteka eragin diezaketela ostalariei.

- Bakterio batzuek, toxinak kanporatzen dituzte, *Clostridium* → Exotoxinak.
- Beste batzuetan, barnena gelditzen dira → Endotoxinak.

Gure gorputzak, bakterio hauei erantzungo die, antigenoa detektatzean, sukarra, hanpadura, shock hemorragikoa eta nekrosia eraginez.

- **Periplasma:** peptidoglukano geruza aurkitzen den hutsunea. Mintz-plasmatiko eta kanpo-mintzaren artean dago. Bertan bakterioaren bizitzarako oso garrantzitsuak diren proteinak aurkitzen dira:
 1. HIDROLITIKOAK: tamaina handiko elikagaiak liseritzeko beharrezkoak.
 2. β-LAKTAMASA: konposatu laktamikoak degradatzeko beharrezkoak, esaterako Penizilina. Soilik gram negatiboen ezaugarria da.
 3. GARRAIORAKO ELKARTZE-PROTEINAK: substratuekin elkartuko direnak.
 4. KIMIOHARTZAILEAK: taxiak betetzeko beharrezkoak.
 5. TAMAINA HANDIKO MOL.: funtzio ezagunik gabekoak dira.

Gram + etan, ez dago periplasma geruza fisikorik, baina bai funtzionala: beharrezko proteinak izango dituena.

3. BESTE HORMA MOTAK:

1. S geruzadun horma zelularra.
2. Mikobakterioen horma: azido mikolikoduna.

1. S GERUZA:

Zenbait bakterioetan ager daiteke, positibo zein negatiboetan. Bere funtzioak itsasgarritasuna eta babesia dira: estres termiko, Ph aldaketa, entzima litiko eta harraparien aurka.

2. MYCOBACTERIAE-N ZELULA PARETA:

Mintz plasmatikoaren gainena dagoen horma zelular lodia da. Peptidoglukanoz, arabinogalaktanoz, azido mikolikoz eta kanpoko likidoez eratua. Azido mikolikoak, hidrofobikoa denez, elikagaien sarrera moteltzen du (hazkuntza mantsotuz). Bestalde, produktu toxikoekiko erresistentzia handia dute. Molekula hauek tindatzeko metodo berezia behar da: azido/alkohol edo Tiel-Miensen-ena. Hauxe da *Mycobacterium tuberculosis*, *leprae*... kasua.

Nola egin:

- a. Kupsinaz tindatu → berotu → fixatu.
- b. Dekoloratu, azido/alkoholaz (HCl/OH) :
 - *Mycobacterium*, gorri jarraituko du.
 - *Mycobacterium* ez denak kolorea galdu.

3. Metileno urdinez tindatu, kontrastatzeko.

Azido hauen ondorioz, *Mycobacterium*-en hazkuntza-abiadura oso motela izaten da, baina erresistentzi altua ematen die toxikoekiko.

4. ARKEOEN HORMA ZELULARRA:

Gram tindaketa metodoaz bereizten diren arren, ez dute bakterioen egitura eta konposaketa bera.:

- **S geruza:** gehienetan mota honetakoak izaten dira. Egitura simetrikoa izan ohi dute.
- **Sasipeptidoglikanoa:** ez dute NAM, D aminoazido ez DAP-rik, NAG eta NAT (N-azetil talosaminuronikoa) baizik. Beraz, egituraren aldetik antzekoak dira, (eta horregatik Gram tindaketa) baina konposaketa desberdinekoak.
- Batez ere halofilo eta metanogeniko batzuetan ageri da. Azken hauek garrantzi handikoak dira ekosistema, metano sortuz, berotegi-efketua eta energia berriztagarri iturri garrantzitsua direlako.
- Lisozima entzimarekiko oso erresistenteak dira.

Hauetaz gain, badaude beste horma motak: horma polisakaridikoak... bai eta hormarik gabeko arkeo eta bakterio ugari:

- Bacteria → *Mycoplasma*: esterolak ditu mintz plasmaticoan, egonkortasuna emanez.
- Archaea → *Thermoplasma*: monogeruza izeneko mintz plasmatico egonkor eta berezia daukate.

Beraz, laburtuta:

- Gram (+): peptidoglikanoa + az. feitoikoak.
 - Gram (-): peptidoglikano + periplasma + kanpo mintza.
- Bacteria -Mikobakterioak: peptidoglikanoa + az. mikolikia.
- S geruzadunak: S geruza + peptidoglikanoak.
 - Plantomizetoak: S geruza soilik.
- Horma zelularra. {
- Archaea {
- S geruza.
 - Sasipeptidoglikanoak: NAT dutenak.
- Horma polisakaridikoa.
- Mycoplasma*.
- Hormarik gabekoak {
- *Thermoplasma*.

7. LUZAKINAK:

1. FINBRIAK: gram positibo/negatiboetan ager daitezke, printzipioz.

- luzakin motzak, meheak eta zuzenak dira.
- kopurua: zelulako gehienez ere 1.000
- Pilina proteinaz eratuak.

+FUNTZIOAK:

- Azalei lotzea.
- Biofilm-en eraketa: gainazalean ematen diren bakterioen arteko loturak. Estaterako kariesa, tuberiak...
- Ostalariaren ehuna ezagutzea.

2. ILEAK: gram positibo batzuetan.

- Luze eta loditsuagoak.
- Kopurua: 1-10 artean.
- Pilina proteinaz eratuak.
- Sintesia: plasmidoetan kodetzen dira.

+FUNTZIOAK:

- Material genetikoaren elkartrukea: bakterio batetik bestera plasmidoen elkartrukea...
- Ostalariaren identifikazioa.
- Mugimendua: astinketa-mugimenduarekin erlazionatuta.

3. FLAGELOAK: gram positibo zein negatiboetan.

- Firu modukoa. Zurrun eta mehea.
- 15-20 μm luze eta 20 nm-ko diametroa Uzten dute.
- Flagelinaz osatua.
- Hiru atal:
 - a. Zuntza: 14-15nm lodi eta 5-10 μm luze.
 - Bolatxo moduko flagelina proteinez eratuak.
 - Batzuetan mintz plasmatikoz inguratuta.
 - b. Kakoa: zuntza baino lodiago, txikiago eta zurrunagoa da. Luzera 45-100 nm artekoa, egitura helikoidala du, proteinez eratuak. Gorputz- oinarriari filamentu bidez lotzen zaio.

Oinarrizko gorputza: zelula barnean sartua, positibo eta negatiboetan desberdina izango da:

- i. Erdiko hodia.
- ii. Eratzunak.
- iii. Proteinak.

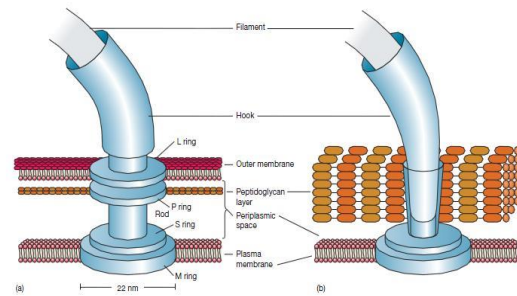
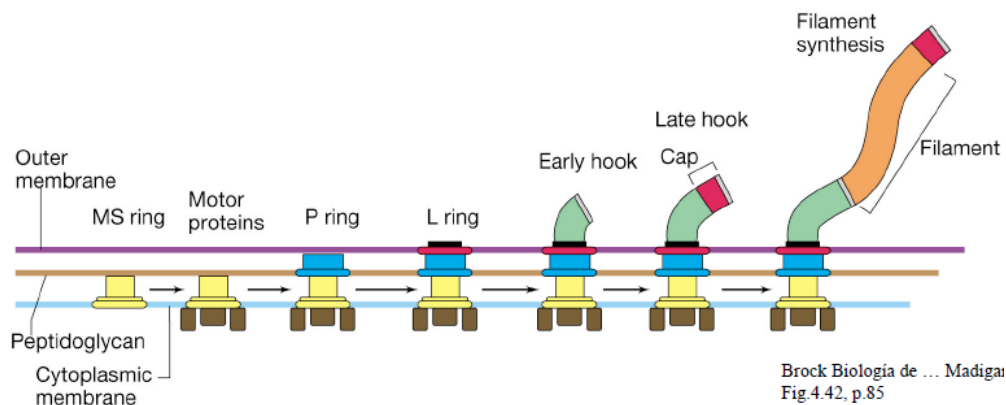


Figure 3.33 The Ultrastructure of Bacterial Flagella. Flagellar basal bodies and hooks in (a) gram-negative and (b) gram-positive bacteria.

- Gram positibo eta negatiboen arteko desberdintasun nagusia, eratzunen kopuruan dago:
 - POSITIBOAK: M eta S eratzunak soilik izango ditu (mintz plasmatikora txertatutakoak).
 - NEGATIBOAK: M, S, P eta L eratzunak izango ditu (azken hauek kanpo mintzean txertatuak).
- FLAGELOEN SINTESIA: 30 gene inguruk hartzen dute parte flageloak osatzen dituzten proteinen sintesian, bi motakoak sintetizatuz:
 - Flageloaren osagaiak sintetizatzen dituztenak.
 - Mintz plasmatikoa zeharreko garraioa kodetzen dutenak.

Flageloen sintesia **apikala** da, hots, oinarritik hasi eta proteinak eratuz batera, muturrean kokatuko dira, segida batean:

1. M eta S eratzunen sintesia.
2. Motore-funtziodun proteinen sintesia.
3. P eratzunaren sintesia.
4. L eratzunaren sintesia eta bien garraioa.
5. Kakoaren sintesia.
6. Flageloaren zuntza osatzen duten filamentuen sintesia.



- FLAGELOEN BANAKETA:

1. POLARRA: mutur batean edo bietan, flagelo bakarra dutenean.

- Monotrikoa: mutur batean soilik, flagelo bakarra.
- Anfitrikoa: mutur bakoitzean, flagelo bana.

2. LOFOTRIKOA: flagelo bat baino gehiago dituenean.

- Monotrikoa: mutur batean, baino bat baino gehiago.
- Anfitrikoa: mutur bietan, eta flagelo bat baino gehiago.

3. PERITRIKOA: flageloak gainazal osoan zehar banatzen direnean.

- FLAGELO BEREZIAK:

- ESPIROKETAK: espiroketak, euren gorputza osatzen duen zilindroaren inguruan dituzte flageloak, filamentu axiala deitzen den multzoak osatzen dituztelarik. Flagelo mota hauei, endoflagelo deritze, ez baitira kanpoalderantz hazitako luzakinak, baizik eta bakterioaren mutur batean hazi eta gorputzean biribiltzen dira.

BACTERIA

- Kopurua: 1 edo gehiago.
- Bakoitzak mugimendu independentea.
- Loditsuagoa.
- Sintesi apikala: monomero sintetizatu berriak muturrean kokatu.
- Erabilitako energia: gradiente elektrokimikoa (H^+ bidezkoa).

ARCHAEA

- Kopurua: normalean 1 eta kiribila.
- Gehiago izatekotan, mugimendu sinkronikoa.
- Meheagoa.
- sintetizaturiko monomeroak oinarrian kokatzen dira.
- Erabilitako e. ATP moduan izaten da.

8. PROKARIOTOEN MUGIMENDUAK ETA TAXIAK:

Denetarik aurki dezakegu, mugiezinak diren prokariotoak, zein mugikorrek direnak, eta azken hauexen mugimendua aztertuko dugu guk:

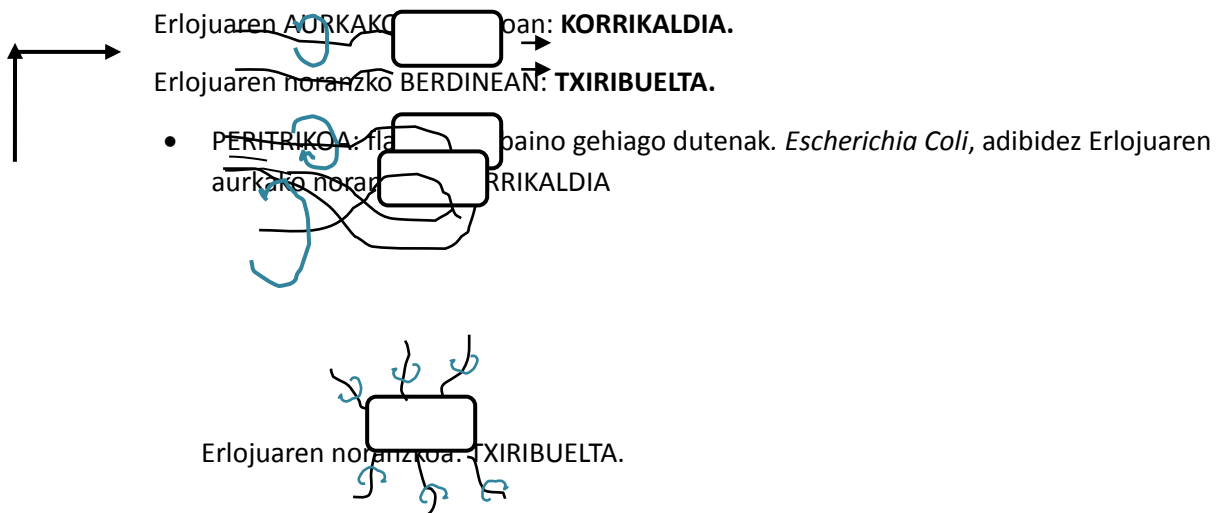
- BAKTERIO MUGIKORRAK: inguru solidoa edo likidoa izan, bakoitzerako moldaketa desberdinak izango dituzte:
 - LIKIDOAN: modu desberdinak:
 1. Zutabe bertikala: ozeano, ibaietan bizi diren mikroorganismoen kasuan, argi, oxigeno, elikagai etab. bila joateko, mikroorganismoak gas-xixkuetaz baliatzen dira: bakuolo modukoak dira, mugitzaile orduan, gasez bete, eta urpeko-ontzi moduan funtzionatzen dute. Lipidoekiko iragazgaitzak dira, eta gasekiko iragazkorrak.
 2. Flageloa: flagelo, endoflagelo edota firu-axial modukoa izan daiteke. · mugimendu mota bereizten dira:
 - a. Swimming: igeri eginez.
 - b. Swarming: mugimendu soziala, guztiak taldean mugituko dira.
 - c. Eta beste batzuk...
 3. Ileen bidez: ileak astinduko dituzte, "twitching" deritzon fenomenoaren bidez.
 - SOLIDOAN: irristadura bidez mugituko dira.

Magnitudeen KONPARAKETA bat egingo bagenu:

- Flagelo baten abiadura: 20-80 $\mu\text{m/s}$ -koa da.
- *Pseudomonas aeruginosa*: 37 $\mu\text{m/s}$ -ra doa, eta bere tamaina, 1 μm -koa da. Bere tamaina kontuan hartuta, proportzionalki: **segunduko** bere **tamaina 37 aldiz** egin dezake.
- Usain Bolt: 10m/s-ko abiadura lor dezake, eta bere tamaina, 2m-takoa izango da. Beraz, **segunduko** bere **tamaina 5 aldiz** zeharka dezake.
- Gepardoa: 112km/h-ko abiadura hartzen du, hots, 31m/s-koa. Bere tamaina 1.2m izanik, **segunduko** bere **tamaina 26 aldiz** egin dezake.

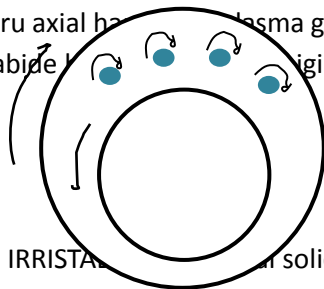
Beraz, flageloek lortzen duten abiadura absolutua naturako azkarrena ez izan arren, proportzionalki, bakterioei benetan abiadura handia ematen die.

- MUGIMENDUAREN MEKANISMOA:
 - FLAGELOAK: biraketari esker mugitzen dira. Oinarrizko gorputzean kokatzen diren proteinak biratzean ematen dena:
 1. Fli proteinak: norabidea finkatzen dutenak
 2. Mod proteinak: energia hartu eta honen erabilera erregulatuko dute.
 - +Energia erabilera: 1000 H⁺ sartuz.
- Hainbat mugimendu mota daude:
 - MONOTRIKOA: flagelo bakarra dutenak. *Rhodobacter*, adibidez.



- **ESPIROKETAK:** endoflagelo deritzon egitura osatzen duen firu axiala dutenez, mugimendua gorputz osoan ematen da. Bi muturretatik hasi, eta gorputzaren erdialdean elkartzen dira.

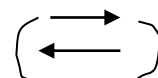
Firu axiala hasi eta gero, elkarrekin elkartzen dira eta mugitzearekin batera, bakoitzak norabide berean mugitzen dira.



- **IRRISTATzea** erazketa solidoen gainean mugitzeko metodo erabiliena da, batez ere bakterioen artean. Zelulabakarren (zianobakterio, hormarik gabeko *Mycoplasma*, zein mikobakterioetan) edota firukaren artean.

- Abiadura: 0,02-10µm/s artean.
- Beti azalera solido baten gainetik ematen da.
- Energia gastua, gradiente elektrokimikoaren bidezkoa da.
- Ez dago egitura bereziren beharrik (flageloa...), mukia kanporatu eta gainazala hidratatuz, irristatzea lortzen da.
- **ZIANOBAKTERIOEK (*Oscillatoria*):** polisakarido mukitsuak ekoizten dituzte eta hauek substratua eta zelularen azalera kontaktuan jartzen dituzte, irristadura baimenduz.
- **MYCOCOCCUS:** bizi-zikloan zehar fase desberdinak dituzte. Fimbria modukoak zelulabakar direnean, eta kanpo mintzaren LPS-a erabiliko dute kolonietan taldekatzen direnean.
- **CYTOPHAGALES:** tanke baten moduko mugimendua dute. Bi proteina sistema bereziki esker, mugimendu sinkronizatua ematen da:

- Kanpo mintzeko proteinak
- Bakterioaren mugimendu propioa (mintz p.)



Diseinu inteligentearen aldeko askok, flageloaren anatomia eta fisiologiaren adibidea erabiltzen dute, teoriaren argudio gisa. Hain sistema konplexua izanik, kreaizaile bat izan behar duela diote.

9.TAXIAK:

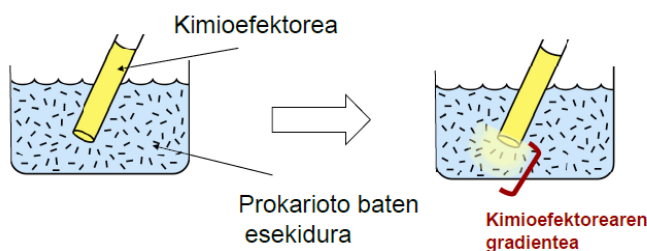
Kanpo-estimulu bat dagoenean, mikroorganismo askok, honi eragiteko moduko mekanismoak garatzen dituzte. Esaterako, gradiente kimiko askori erantzuten: argia, gatza, oxigenoa, itsasoa... Leku batean, elikagai-fokutik urrundu ahala, taxia gutxitu egingo da. Zenbait mikroorganismook, honekiko erantzuna eragingo dute.

1. POSITIBOA: elikagaien bila.
2. NEGATIBOA: toxikoetatik urrundu.

+TAXIA MOTAK:

- KIMIOTAXIA: kinada konposatu kimiko bat denean, normalena elikagairekin zerikusia izango du:
 - POSITIBOA: elikagaietara hurbildu.
 - NEGATIBOA: elikagaietatik urrundu.

Taxia hau, eta honekiko erantzuna frogatzeko, laborategian prokarioto-esekidura eta kapilar bat erabili daiteke.

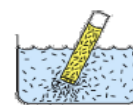


Hiru erantzun-aukera daude, mikroorganismoak taxia-mekanismoa izatearen edo ez izatearen arabera:

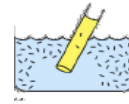
AXOLAGABETASUNA: Ez dago erantzunik.



POSITIBOA: Substantziara hurbildu.



NEGATIBOA: substantziarengandik urrundu.

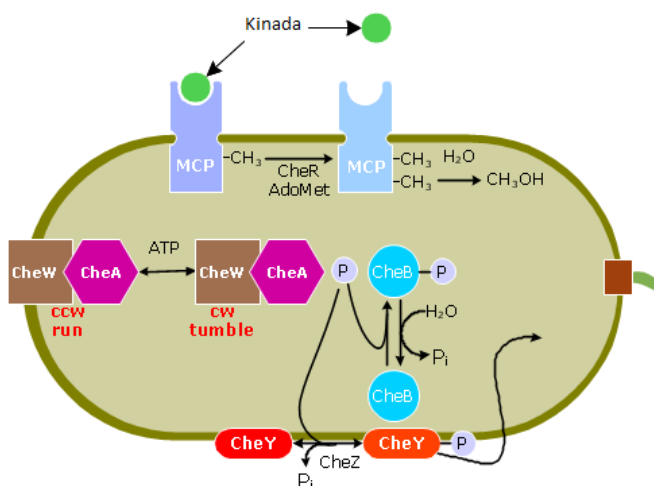


Gradientearen presentziaren arabera, zelulek modu desberdinetan zuzentzen dute euren mugimendua:

- **Gradiente gabe:** korrikaldiak arruntak eta abiadura konstante batean ematen dira, eta txiribuelta-uneak, maiztasun konstantean. Honi ZORIOZKO MUGIMENDUA deritzen.
- **Gradientearekin:** korrikaldiak luzeagoak izango dira (fokorantz hurbildu edota urrunduz). Era berean, txiribuelta gutxiago emango ditu. Beste honi MUGIMENDU NETO GARBIA deritzen.

Kinada kimikoari erantzuteko, mikroorganismoek hainbat mekanismo garatu behar izan dituzte:

- **Kimiohartzaileak:** MCP (metilazetilproteinak) deritzenak, metilatuz/desmetilatuz.
- **Erregulazio sistema:** Bi osagaien bidez erregulatu da
 1. CheA proteina: histidina kinasa sentsoa.
 2. CheY proteina: kinada CheA-tik jasota.



MEKANISMOA:

1. Kimiohartzaileek kinadarik jasotzen ez badute, CheA normalki ematen den prozesuaren bidez FOSFORILATU egingo da, eta fosfato talde hau, aldi berean, CheY-ri pasako dio, azken hau fosforilatuz. Modu honetan, CheY fosforilatua flagelora hurbildu, eta honen biraketa-mugimenduak baimenduko ditu (bakterioa egoera egonkor batean mantentzen dutenak.)
2. Kimiohartzaileetan kinada bat gerturatzean, aipatutako CheA proteinaren FOSFORILAZIOA GALARAZIko da, eta ondorioz, ezingo zaio CheY proteinari fosfato taldea transferitu. Kasu honetan, flageloa korrikaldi-mugimenduan hasiko da (honek bakterioa kinadaruntz hurbiltzea eragingo du, abiadura hartuz).

Mekanismoaren funtzionamendu egokia ziurtatzeko, beharrezkoak dira hainbat mekanismo erregulatuak:

- **Oroimen iragankorra:** bakterioek, adibidez, badakite Alanina dagoela, eta hasierako eta ondorengo egoeren artean dagoen desberdintasuna bereizten badute, gai izango dira kinadaren intentsitateaz eta garrantziaz jabetzeko.
- MCP: sentore hauen metilazio-mailaren arabera, konposatu baten kontzentrazioa handitu edo txikitu den ikusteko gai izango dira.

BESTE TAXIA MOTA BATZUK:

- FOTOTAXIA: argi-intentsitatek eragindako kinada. Bakterio fotoautotrofoetan agertzen da bereziki, energia-iturriarekin erlazionatuta dagoelako.

Kimiotaxiaren moduan, ftohartzaile deritzenak izango dituzte, proteina zitoplasmatikoz erregulatutako mekanismo batekin. Honi esker, flageloen mugimendu-aldaketak emango dira, zelulak argi-intentsitate gorakorerrantz abiaraziz.

- AEROTAXIA: O₂ kontzentrazioaren arabera da, mikroorganismo aerobikoak hurbildu egingo dira, euren metabolismoan behar baitute. Bakterio anaerobikoak (batez ere hertsia izanik), urrundu egingo dira.
- PhTAXIA: espezi gehienetan ematen da, izan ere, bakterioen ohiko medioa neutroa izan arren, badaude inguru azidoak (azidofiloak, *Lactobacillus* edota *Streptococcus* generoko hainbat), zein basikoa (alkalinoak) behar dutenak.
- MAGNETOTAXIA: magnetosomekin zuzenean erlazionaturiko taxia, luraren eremu magnetikoaren arabera orientazioa duten bakterioetan, estruktura magnetiko baten bidez erregulatuak da.

10. PROKARIOTOEN MINTZ PLASMATIKOA:

Bizidunen mintz plasmatikoen artean, desberdintasun ugari aurki ditzakegu: eukariotoen organulu espezializatuak dituzte, prokariotoek, mintza inbaginatu eta egitura metabolikotzat funtzionatzen duten mesosomak eratzen dituzte. Arekeo eta bakterioen artean ere, desberdintasunak aukitzen ditugu: fosfolipido, lipido eta loturen aldetik. Eukariotoek ez bezala, bakterioek kanpo-liseriketa bidezko elikadurarako mekanismoak gartu dituzte, adibidez.

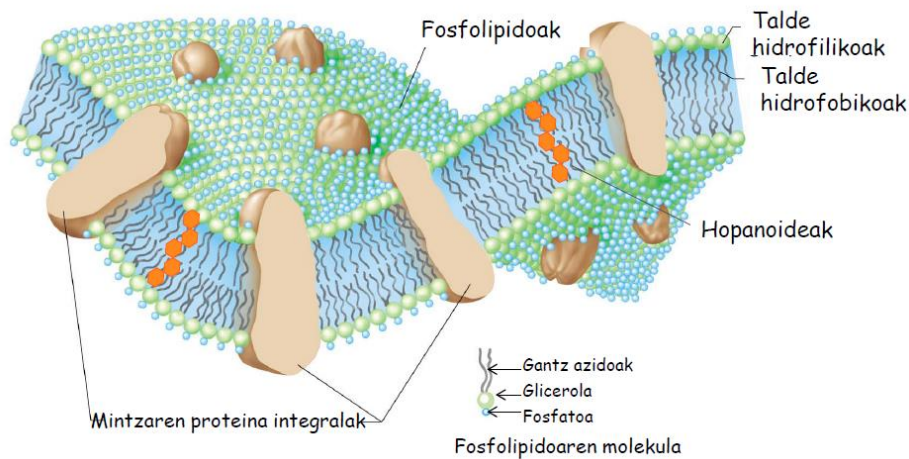
1. EGITURA:

- Mintz unitarioa da: 8nm-ko geruza lipidikoa.
- Zelularen barneko materiala, kanpo-inguruetik banatu eta babesteko funtzioa duen muga-egitura da.
- Nahitaezko egitura da.

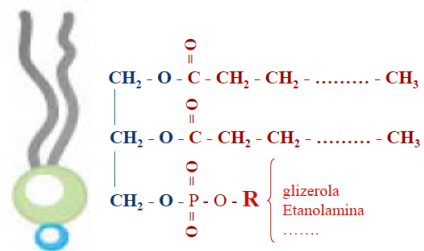
BACTERIA	ARCHAEA	EUCARYA
Hopanoideak.	Esterolak.	Esterolak.
Fosfolipidoak.	Lipido sinpleak.	Fosfolipidoak.
Proteinak.	Proteinak.	Proteinak.

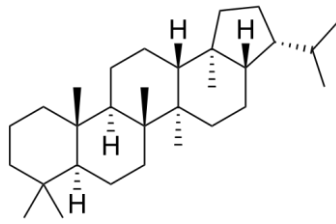
Mikoplasma salbuespena: mintza berezia du, baina hormarik ez.

- Mosaiko jariakorraren eredua: jariakortasuna duen egitura fosfolipidiko asimetrikoa da, gutxi gorabeherako zurruntasuna duena.

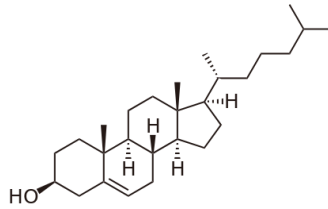


- FOSFOLIPIDOAK:** glizerina molekula bat, eta honi esterifikazioz loturiko bi gantz azidoz (ase, monoasegabe edo poliasegabe) eratua (ZATI HIDROFOBOA). Hirugarren karbonora lotura fosfatidikoaz fosfato talde bat loturik dute (ZATI HIDROFILOA)





Diploptenoa



Kolesterola

- **HOPANOIDEAK:** bakterio gehienetan agertzen dira. Diplopteno katez eraturiko osagai hidrofoboak dira, eta mintzari zurruntasuna ematen diote. *Streptomyces*-en kasuan, iragazgaitasuna erregulatzen dute, eta *Zymomonas Mobilis*-etan, etanol metaketa.

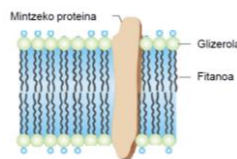
- **PROTEINAK:** garraio, iragazkortasun etab. funtzioa betetzen dute.:
 - Pisu lehorraren % 70-a osatzen dute.
 - 200 mota desberdin baino gehiago daude.
 - Batzuk integralak dira (mintzaren barnean txertatuta), eta beste batzuk periferikoak (mintzaren kanpoaldean).

+Mikoplasmak: horma zelularrik gabeko bakterio hauek, mintzeko hopanoideen ordez, zurruntasun handiagoko esterolak dituzte.

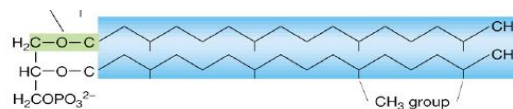
ARKEOEN MINTZ PLASMATIKOA:

Arkeoek baldintza estremoer aurre egiteko mekanismo hobeak garatu dituztenez, bakterioena baina mintz zurrunago eta gogorragoa aurkezten dute. Bi mota desberdin garatuz:

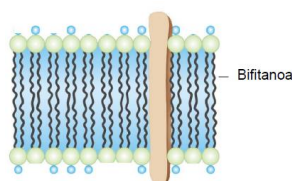
1. **BIGERUZA LIPIDIKOA:** bakterioen modukoa, fitanoa deritzon molekula dauka esterifikatua.



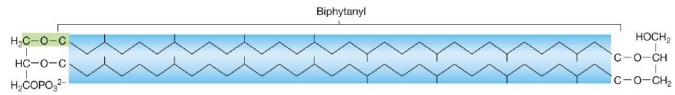
Fitano-buztanak, bata bestearen parena kokatzen dira.



2. **MONOGERUZA LIPIDIKOA:** mintz bakarra, bifitanoz eratutakoa.



Fitano-buztan bakarrak, mintz osoa zeharkatzen du.



Bakterioen eta arkeoen desberdintasunen arrazoi nagusia, kanpo-baldintzetarako adaptazioa izan da, bigarrenak, baldintza gogorretara adaptatu behar izan direlako:

BACTERIA

- Lipido guztiak fosforilatuak.
- Glizerol → gantz-azidoen arteko ester-lotura.
- Nahiko g.azido arruntak: ase/asegabeak.

ARCHAEA

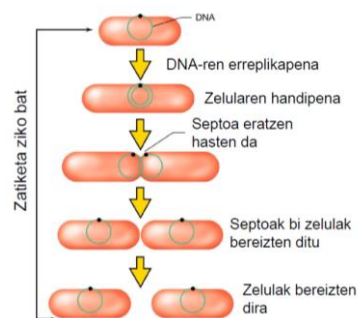
- Lipido guztiak ez dira fosforilatuak.
- “...” eter-lotura.
- G.azido bereziak: 5 karbonotako isoprenoide-kateen elkarteak.

2. FUNTZIOAK:

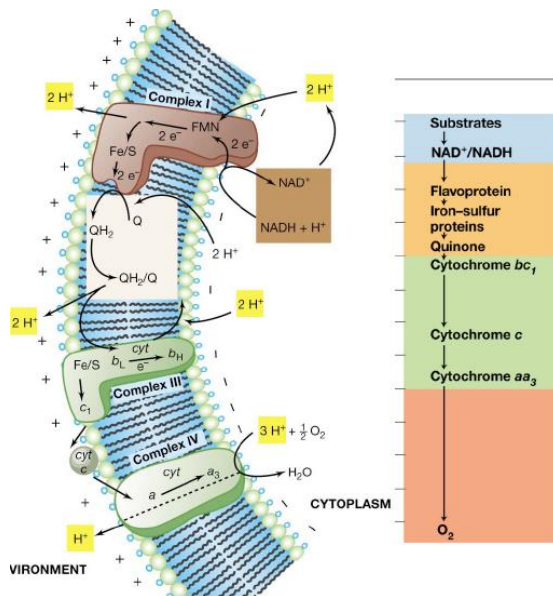
- Material genetikoaren erreplikazioa.
- Gune metaboliko garrantzitsua: elektroio garraiorako sistemak, ATP sintesirako tresneria, pigmentu fotosintetizatzaileak, entzimak...
- Iragazkortasun selektibodun hesia.

1. ERREPLIKAZIOA:

Material genetikoa mintz plasmatikora garraiatu eta erreplikatzeko mekanismoak bertan ematen dira. DNA kate zirkularra, bakterioaren zelularen erdialdean dagoen mesosomara lotzen da, eta bertan hasten da zatiketa zelularra.



2. PROZESU METABOLIKOAK:



Lau prozesu metaboliko desberdin ematen dira mintzean:

- Elektroi-garraio kateak: indar protoihigiarazleaz baliatzen dira, H⁺-ak ponpatuz, gradientea eratzeko.
- ATP sintetizatzeneko tresneria: ATP-asak eta ATP sintetasek, gradiente kimikotik lortutako energiak baliatuz, ATP → ADP bilakatzen dute.
- Pigmentu fotosintetizatzaileak.
- Biomakromolekulen sintesia, entzima biosintetikoaren bidez.

3. IRAGAZKORTASUN SELEKTIBODUN HESIA:

Prokariotoen metabolismorako beharrezko substantziak barneratzeko eta sortutako hondakinak kanporatzeko, funtsezkoak dira mintzean kokaturiko proteinak. Mintzaren egituraren ondorioz, hainbat arazo daude garraioa aurrera eramateko.

- a. Bigeruza lipidikoa: atal hidrofobikoan zehar tamaina handiko molekulak garraiatzea zaila da.
- b. Kontzentrazio-diferentziak: kanpo-inguruneke elikagai-kontzentrazioak baxuagoak izan ohi direnez, zaila da gardienteari jarraituz, kanpo-substantziak barneratzea, eta beraz, garraio aktiboa behar da.

Guzti honetarako, garraio-sistema desberdinak garatu dituzte, energia gastuduna edo gasturik gabea.

1. ENERGIA GASTU GABEAK:

- Difusio geldoa: kontzentrazio-gradientearen alde, ez da proteina garraiatzaile behar, solutuak mintz plamatikoan zehar igarotzen dira. Abiadura lineal eta nahiko baxuan.
- H₂O (barruan [] baxukoa), O₂, CO₂, eta molekula liposolugarriak: g. azidoak, bentzenoa eta alkoholak...igaro.
- Difusio erraztua: gradientearen alde, ez dauka energia gasturik. Permeasa proteinen bidezkoa, hauetako bakoitza solutu batekiko espezifiko da. Dena den, prokariotoetan nahiko gutxitan erabiltzen da. Konformazio-aldaketa bat ematen da. Iragazkortasun handikoak dira, konposatu handiagokiko.

- Azukreak, glizerola, etab. garraiatu.
- Solutuaren kontzentrazioaren arabera abiadura izango du: printzipioz, solutu [] a igota, abiadura esponentzialki aldatuko da. Behin asetasun-puntura iritsita, ordea, gelditu arte.

... 2. ENERGIA GASTUDUNAK:

- GARRAIO PRIMARIOA:

- Energia kimikoa gastatzen da.
- 3 garraio-mota daude:

A. TALDE TRANSFERENTZIA: molekularen konposaketa aldatu egingo da garraioan zehar. Normalean, translokaturako taldea fosfatoa izaten da, glukosari transferitzean, adibidez, mintzaren barnera sartzea ahalbidetzen da.

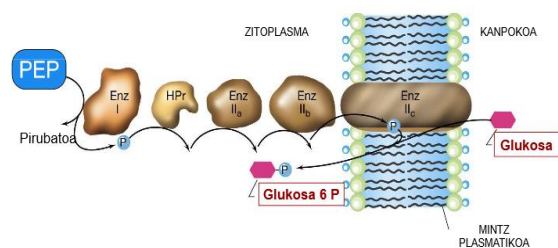
- Beharrezkoak dira proteinak.
- Solutuak: azukreak, g.azidoa, purinak, pirimidinak...
- Oso mekanismo arrunta izaten da prokariotoetan.
- Anaerobioen artean nahiko interesgarria.

+Glikolisiaren kasuan, mintzaren barnean sartzeko fosforilatu den glukosa hau, oso erabilgarria izango du, jada prozesuaren urratsen bat aurreztu dezakeelako (glikolisirako beharrezko da glukosa-6-P a).

- MEKANISMOA: " PEP menpeko fosfotransferasa sistema" bidez.

- 3 proteina mota ditu:

- 2 entzima beretsu: zitoplasman kokatzen direnak.
- -3. bat, espezifikoa (2,3,4...partaide izan ditzakeena): mintzean.

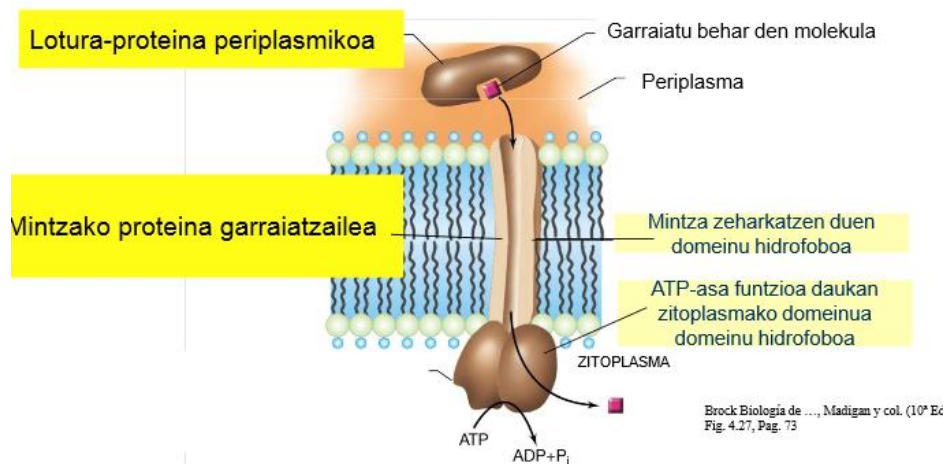


- PEP gastatuz, nahi den molekula sartu (glukosa, manosa, malitola...) eta fosforilatuko da, bakoitza bere entzima espezifikotik. Behin barneratu denean, kanporatu ez dadin, hainbat mekanismo izango ditu.

B. ELKARTZE/LOTZE-PROTEINAK: periplasmatik zelula barnerako garraioa egiten dute.

- ABC makinariari esker ematen da (ATP binding cassette), honek dakarren ATP gastuarekin.

- Solutu nagusiak: azukreak, g. azidoak, aminoazidoak...barneratu edota ekoizkinak kanporatzeko balio du.
- Eukarioto/prokariotoetan ager daiteke.
- Bi proteinak parte-hartzen dute:
 - Elkartze-proteina: periplasman kokatuta, solutua identifikatu eta ATPasara garraiatzen du.
 - ATPasa: mintzean kokatuta (hidrofobikoa), ATParen hidrolisiaz baliatuz, substantziak barneratzen ditu.



C. PROTOIEN PONPAKETA: elektroien garraioa aprobetxatuz, protoien ponpaketa edo garraio primarioa ematen da, gradientearen aurkako kontzentrazioa lortzeko. Modu honetan, gerora berriz gradientearen alde mintza igarotzean, protoiak ATP sintesia egiten duten proteinetatik pasako dira, sintesia eraginez.

- **GARRAIO SEKUNDARIOA:** garraio hau eman dadin, lehenbizi protoien garraioa eman behar izan da, energia kimikoa ematen duen gradientearen sortuz mintzean zehar. Mota honi esker prokariotoek barnera ditzaketen solutuak oso ugariak dira, eta hauen arabera ere, mota desberdinak daude. 3 mota:

UNIPORTEA: solutu bakarra, ioi gradientearen alde. K^+

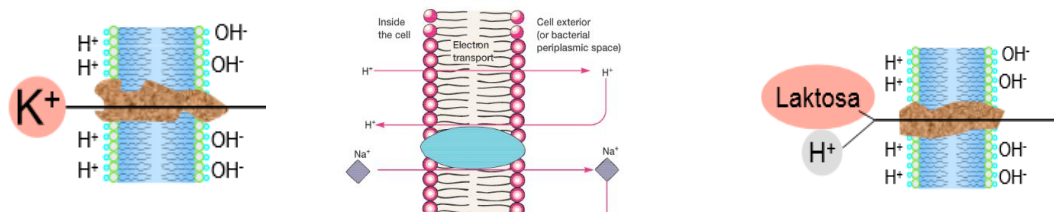
E.Coli

ANTIPORTA: bi solutu, norabide desberdinetan. Na^+ eta H^+ garraioa.

E.Coli

SINPORTEA: bi solutu, norabide berdinean garraiatua. Laktosa, sulfato...

E.Coli



+Prokariotoen elikagai asko makromolekulak izanik (proteinak...) eta poroak oso txikiak direla kontuan hartuta, liseriketa estrazelularra deritzon sistemaz baliatzen dira: makromolekulak zelulaz kanpo desegin eta ondoren barneratzean datzana. Liseriketa-entzima hauen kanporaketarako mekanismo desberdinak dituzte:

- Sec sistema: zitoplasman sintetizatutako proteinak kanporatzeko. Mota desberdinak:
 1. T2SS: lehenik periplasmara garraiatuko dira, eta ondoren kanpo-mintza sekretina proteinentan zehar igaroko dute.
 2. T3SS: zelula eukariotikoetan proteinak txertatzeko “xiringa” modukoa da. Ugaria *Salmonella*, *Shigella* eta *Yersinia* generoetan.
 3. T4SS: ADN-a zein proteinak garraiatzeko gai da, konjugazioan erabilia.
 4. T5SS: proteinen zati bat mintzean txertatu, eta beste zati bat kanpo-inguruneraino iritsi daiteke. Geratutako zatia, porina bihur daiteke.
 5. T6SS: N bukaera-sekuentzia falta dutenez, ez dute Sec sistema igarotzen, printzipioz. *Vibrio cholerae*, *Pseudomonas aeruginosa*-n aurki daiteke.
- Beste batzuetan, ABC sistemaz baliatu, edota “tutu” moduko bat osatuz, mintzean zehar igarotzen dira.

11.PROTOPLASMA:

Protoplasma, bakterio guztien egitura da, zitosola eta organuluak (zitoplasma) eta nukleoidea batzen dituena. Bertan funtsezko osagaiak, eta funtsezkoak ez direnak auki ditzakegu. Bizidunen artean, desberdintasunak aurki ditzakegu protoplasman.

- **Material genetikoa:** prokariotoetan bi egitura bereiz ditzakegu: kromosoma eta plasmidoa.

- Kromosoma bakarra dute, eta zirkularra izaten da.

+*Rhodobacter sphaeroides*/*Halobacterium*: bat baino gehiago daukate.

- Kate bikoitzeko DNA izaten dute.

+*Borrelia burgdorferi*/*Streptomyces coelicolor*: DNA lineala dute.

- RNA, proteina gutxi batzuk, ioiak, poliaminak dituzte, eta historarik ez.

+Arkeo batzuek, histona modukoak izan ditzakete.

- Geneak osotasunean kodetzen dituzte.
- Nukleoidean antolatzen dira.

+*Plantomizetoak*: nukleoideia dute, baina mintz unitarioan bilduta.

- Batez besteko tamaina, 1mm-ko luzera da, baina prokariotoen tamaina 2-3 μ m-koa izanik, oso kondentsatua aurkitzen da. Kargak neutralizatzeko, poliaminak, pisu molekular txikiko ioiak...izaten dituzte.
- Erreplikaziorako, DNA ligasaz baliatzen dira: mintzean aurkitu daiteke, eta kromosoma zirkularra mesosomara lotu eta bertan erreplikatu ondoren, zelula

PROKARIOTO:

EUKARIOTO:

zaitzean zelula-kume bakoitzak kromosoma zirkular bana eramango du.

- Hauetaz aparte, beste proteina interesgarriak topa ditzakegu: FTS proteinak.
 - Prokarioto guztietan agertzen dira.
 - Mitokondrio eta kloroplastoetan ere ager daitezke, azken finena hauek ere erreplikagarriak dira eta prokariotoek izan zituzten arbasotzat.
 - Tubulinaren antzeko proteinak dira.
 - Mintz plasmatikoa: dibisoma eratua eta hortik zelula zatitzen hasiko da.
- **Plasmidoak**: ez dira ezinbesteko osagaiak.
 - Kromosomatik kanpoko egitura genetikoak dira.
 - Kate bikoitzeko DNA borobilak.
 - kromosoma baino askoz ere txikiagoak dira 1:20.
 - Prokarioto zein eukariotoetan ager daitezke, baina normalean prokariotoetan.
 - Erreplikazio independentea dute: kromosoman sartuta badaude, episoma deritze.
 - Batzuk konjugatzaileak dira: pilien bidez beste prokariotoetara transferi daitezkeenak.
 - Kopia kopurua oso desberdina da, espezie batetik bestera (1-100 bitartean).

+FUNTZIOAK:

- Kasu askotan ez dago oso argi.
- Antibiotikoekiko erresistentziaren informazioa biltzen dute.
- Gaitasun entzimatiakoak izan ditzakete.
- Toxina edota proteina desberdinen sintesirako informazioa gordetzen dute.

- | | |
|--|-------------------------------|
| -kromosoma bakarra. | -Kromosoma bi edo gehiago. |
| -material genetiko desberdina. | ----- |
| -Kate bikoitzeko DNA borobila. | -Kate bikoitzeko DNA lineala. |
| -Nukleoidean kokatuta. | -Nukleoan kokatuta (mintza). |
| -Material guztia kodifikagarria. | -Introiez eta exoiez eratua. |
| -RNA, proteinak, ioiak eta poliaminak. | -Histonetara lotuta. |

3.PROKARIOTOEN ANIZTASUN METABOLIKOA.

1.SARRERA

Metabolismoa, izaki bizidun guztietan ematen den prozesu kimikoen multzoa da: energia beharrak asetzean, eta makromolekulen sintesi-degradazio prozesuetan oinarritua. Honi esker, bizidunarentzat bizitzeko funtsezkoak diren zenbait funtzio bete daitezke:

- Zelularen morfologia mantendu.
- Hazkuntza ziurtatu.
- Moldagarritasuna garatu: inguruneko baldintzak aldatzekotan.
- Elikadura ziurtatu.
- Komunikazioa baimendu.

Guk aztertuko duguna, prokariotoen metabolismoa izango da. Baina, zertarako:

1. Mikroorganismoen hedapen-mekanismoak ulertzeko, eta ingurumenena duten papera ulertu ahal izateko (ekosistemaren barruan duten parte hartzea). Besteak beste, hauek nola sakabanatzen diren jakin dezakegu, hazkuntza aztertuz.
2. Análisi-metodologian aurreratzeko: kultiboak hobetu ahal izateko.
3. Hazkuntza ulertzeko (epidemiak, etab. ulertzeko).
4. Bioteknologia: antibiotikoak, esnekiak, eta beste produktu askoren sintesia hobetu eta fabrikazio optimoa lortu ahal izateko.

2. MIKROORGANISMOEN ELIKADURARAKO FUNTSEZKO OSAGIAK

Beste izaki bizidunen antzera, prokariotoek C a dute konposaketaren elementu garrantzitsua, H₂O-arekin batera:

- Ura (H₂O): organismoaren %70-80 artean.
- Makroelikagaiak:
 - ✓ C (%50), O (%20), N (%14), H (%8), P (%3), S (%1) : bioelementu nagusiak, C-a kopuru handiengan dutelarik.
 - ✓ Sekundarioak: K, Mg, Ca, Fe, Na.

Hauek beharrezkoak dira kopuru handi batean (zenbait, izan ere, funtsezkoak dira makromolekula gehienak sortzeko.) Laborategian, kultibo-medio bat prestatzean ezinbestekoak izango ditugu.

- Mikroelikagaiak: Cr, Co, Cu, Mn, Mo, Se, W, V, Ni, Zn.

Beharrezkoak dira, baina kopuru txikitik agertzen dira, ezpurutasun moduan. Dena den, hauek ere funtsezkoak dira.

Elikagaiak, ere berean, bi motatakoak izan daitezke: molekula txikiak edota makromolekulak (ohikoenak) eta azken hauek, kanpo-liseriketaren bidez barneratzen dituzte. Honetarako, liserientzimak erabiliko dituzte. Bi motatakoak:

- Ektoentzimak: periplasman sintetizatu eta kanpo mintzean atxikituta gelditzen direnak.

- Entzima estrazelularrak: zitoplasman sintetizatu ondore, zelulatik kanpora jariatzen direnak.

Adibidez, almidoia degradatu nahi baldin bada, ektoentzimak, zitoplasman eratu eta kanpo-mintzera garraiatuko dira, almidoia beratik pasatzean, degradatu, eta barneratu ahal izateko. Entzima estrazelularrak ordea, zitoplasman sortu ondoren, kanporatuak izango dira, eta substantziak berak almidoia degradatuko du. Almidoia, degradatzean barneratuko da, ikusitako garraio-mekanismoen bidez.

3.PROKARIOTOEN EREDU TROFIKOAK:

Eredu eta sailkapen desberdinak daude, erabilitako kriterioen arabera:

1. ENERGIA-ITURRIA:

- FOTOTROFOAK: energia eguzkitik ateratzen dutenak.
- KIMIOTROFOAK: energia konposatu kimikoetatik ateratzen dutenak.

2. ELEKTROI-EMAILEA:

- ORGANOTROFOAK: elektro-emailea konposatu organiko bat dutenak.
- LITORGANOTROFOAK: e emailea konposatu ez-organiko bat dutenak.

Eta hauek konbinatuz, lau organismo-mota desberdin ateratzen zaizkigu:

- FOTORGANOTROFOAK: prokarioto batzuk soilik dira.
- FOTOLITOTROFOAK: landareen moduan elikatzen diren algak, zenbait prokarioto... Eguzkia, H₂O, H₂S, XS, S, H₂ eta ebste konposatu ez-organikoak erabiltzen dituzte.
- KIMIOLITOTROFOAK: konp. kimiko ez-organikoetatik energia eta elektroiak hartzen dituztenak: H₂S, S, H₂, FE²⁺, NH⁴⁺, NO₂, CO...
- KIMIORGANOTROFOAK: animalia, protozoo, onddo eta prokarioto gehienek elikadura da horrelakoa. Konposatu organikoetatik energia eta elektroiak lortzen baitituzte.

3. KARBONO-ITURRIA:

- AUTOTROFOAK: karbono iturri moduan, CO₂ -a baino ez dute erabiltzen.
- HETEROTROFOAK: karbono-iturri modura molekula organikoak erabiltzen dituzten arren, gai dira CO₂ a erabiltzeko.

Eta sailkapen hauek bateratzekotan, lau organismo-mota aurki ditzakegu, kultibo-medio desberdinak eskatuko dituztenak:

FOTOLITOTROFOAK	AUTOTROFOAK	FOTOLITOAUTOTROFOAK
CO ₂ -a izango dute karbono iturri bakarra, eta eguzki-energia erabiliz, konp. ez-organikoetatik aterako dute elektroia.		Ez-organikoa+ CO ₂ +argia+ H ₂ O
KIMIOLITOTROFOAK	AUTOTROFOAK	KIMIOLITOAUTOTROFOAK
CO ₂ -a dute C iturri bakarra, baina eguzkitik aera orde, konposatu kimikoetatik ateraten dute energia. E emailea, inorganikoa da.		Ez-organikoa + H ₂ O +CO ₂
FOTORGANOTROFOAK	HETEROTROFOAK	FOTORGANOHETEROTROFOAK
C- organiko dute iturri nagusizat. Energia eguzkitik lortu eta e'a konposatu organiko batetik.		Organikoa + argia+ H ₂ O
KIMIORGANOTROFOAK	HETEROTROFOAK	KIMIORGANOHETEROTROFOAK
C organiko dute iturria. Bai energia, zein elektroiak, konposatu organikoetatik lortzen dituzte.		Organikoa + H ₂ O.

SALBUESPENAK daude, dena den:

- Mixotrofoak: energia-iturritzat konposatu ez-organikoak erabiltzen dituztenak (kimiolitotrofoak), baina konposatu organikoak erabiltzen dituztenak, C iturritzat.
- Batzuetan, mikroorganismoak mota bakarreko elikadura izan behar dute: "derrigorrezko..."
- Beste batzuetan, kanpo-baldintzen arabera eredu trofikoak garatu ditzakete: "aukerazko..."

+*Alcaligenes eutrophus*: gai da glukosa erabiliaz, edota C, H eta CO₂-a erabiliaz elikatzeko. Kasu honetan, ausazko kimiolitotrofoa deritzo.

4. HAZKUNTZA-FAKTOREEN BEHARRAREN ARABERA:

Hazkuntza-faktoreak, hazkuntzarako beharrezkoak diren konposatuak dira. Askotan, prokariotoak gia izaten dira hauek beste konposatuetatik sintetizatzen, baina beste zenbaitetan, guk jarri beharko ditugu kultibo-medioan:

- PROTOTROFOAK: hazkuntza-faktoreak bere kabuz sintetizatzen dituztenak.
- AUXOTROFOAK: ez dira gai hazkuntza-faktoreak beren kabuz sintetizatzeke, eta beraz, mediotik atera beharko dituzte.

Organismo asko, konposatu batetik auxotrofoak izan daitezke: adibidez, Lisinarekiko auxotrofoak diren organismoek, beharrezko izango dute konposatu hau kanpotik bereganatzea, Glutamatoa sintetizatu ahal izateko (beraien ohiko metabolismoaren produktua). Prozesu industrialetan, organismo hauei Lisina gehitzen zaie, Glutamatoa sintetizatu dezaten, ondoren janari-gozotzaile modura erabiliko dena.

5. O₂ BEHARKIZUNA:

Guretzako, beharrezkoa izango da O₂-a, eta beraz, konposatu hau ugaria den lekuetan biziko gara. Baina prokarioto asko, baldintza estremoagoetan gartu direnez, O₂-arekiko moldapen ugari lortu dituzte:

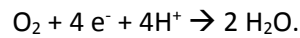
- DERRIGORREZKO AEROBIOAK: O₂ ezinbestekoa eta azken hartzailetzat dutenak.
- AUKERAZKO ANAEROBIO:
 - ✓ ARRUNTA: normalean agertzen direnak. O₂ nahikoa dagoenena, hauxe erabiliko dute. Bestela, bidea anaerobikoa erabiliz hazteko aukera izango dute, baina abiadura motelagoan.
 - ✓ AEROJASANKORRAK: O₂ ezean, ez dute anaerobiosia egiteko arazorik, eta gainera abiadura normalean hazi daitezke. Ez dute bide bat bestea baino nahiago. Adibidez, azido laktikoaren bakterioak.
- MIKROAEROFILOAK: O₂ kontzentrazio oso txikietan hazten dira, baina derrigorrezkoa dute konposatu hauxe atmosferan.
- DERRIGORREZKO ANAEROBIOA: ez dira O₂-a dagoen inguruneetan hazten. Oxigenoa, oso kaltegarria da beraien organismoarentzat.

Prokariotoen organismoetan ematen diren prozesu guzti hauen ondorioz, konposatu bitartekari oxidatuak sortu eta metatzen dira, kasu askotan egitura zelularrak degradatu eta toxiko suerta daitezkeena:

- $O_2 + e^- \rightarrow O_2^-$ SUPEROXIDOA.
- $O_2^- + e^- \rightarrow H_2O_2$ PEROXIDOA.
- $H_2O_2 + e^- + H^+ \rightarrow H_2O + OH^-$ HIDROXILO ERRADIKALA.

- $\text{OH}^- + \text{e}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}$.

ARNASKETA AEROBIOA:



Toxikotasun- maila, $[\text{O}_2]$ menpe dago eta zentzu honetan, mikroorganismoek O_2 -rekiko erresistentzia desberdinak aurkezten dituzte. Metatutako konposatu toxiko oxidatu hauek deskonposatzeko, ezinbesteko izango dute zenbait entzima ekoiztea, bide metabolikoetan parte hartuko dutenak, askotan:

- SUPEROXIDO BISMUTASA: $\text{O}_2^- + \text{O}_2^+ + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$
 - Aerobio, aukerazko anaerobio, aerotasankor eta mikroaerofiloetan (O_2 presentzian hazten direnak, izan ere.)
- KATALASA: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
 - Aerobio, aukerazko anaerobio eta mikroaerofiloetan.
- PEROXIDASA: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{NADH} + \text{H}^+ \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{NAD}^+$
 - Anaerobio aerotasankorrek (katalasarik ez dutenak), bakterio laktikoak.

4. PROKARIOTOEN METABOLISMOA

Metabolismoa, zeluletan ematen diren erreakzio kimikoen multzoa da, zelula berri baten sintesia helburu duelarik.

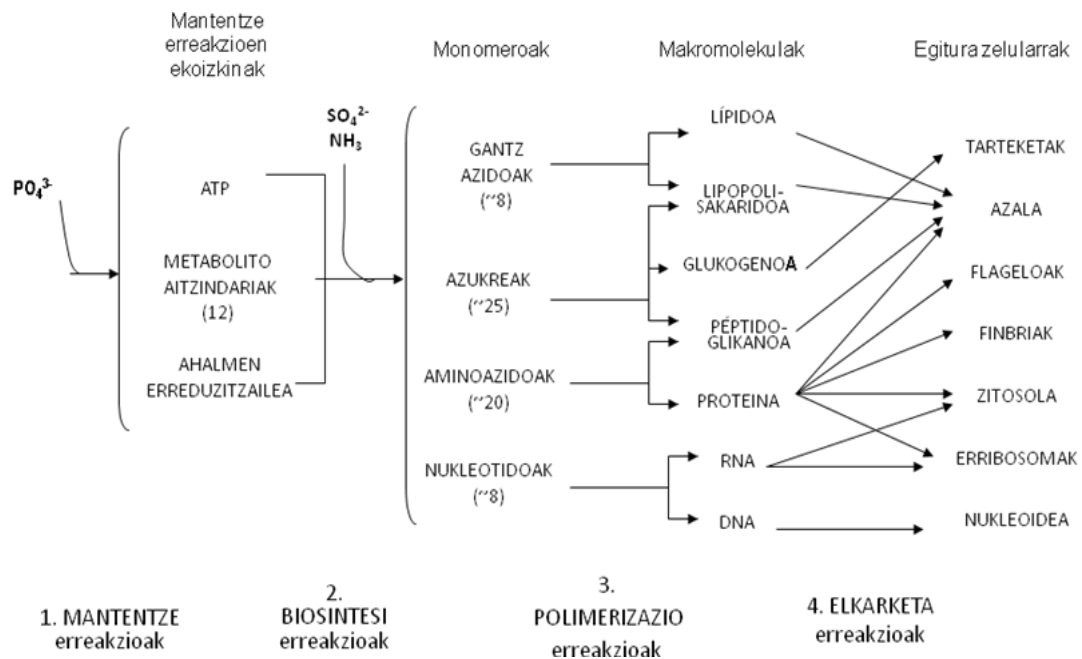
Lau erreakzio mota nagusi ematen dira:

1. MANTENTZE-MEKANISMOAK: Glukosa (energia, e^- zein C iturritzat) erabilia, hiru gauza lortu ditzake prokariotoak:
 - Ahalmen erreduzitzailea.
 - Energia
 - Aitzindari metabolikoak: Glukosa 6 fosfata, Fruktosa 6 P, Erribosa 5 P, Eritrosa 4 P, (Sedoheptulosa 7 P), Glizeraldehido 3 P, 3 Fosfoglizeratoa Fosfoenolpirubatoa, Pirubatoa, Azetil-koentzima A, α -zetoglutaratoa, Sukzinil-CoA, Oxalazetatoa.
3. ERREAKZIO BIOSINTETIKOAK: makromolekuletatik, monomeroak lortu, beste molekula biokimikoak sintetizatzen beharrezkoak izango direnak:
 - Gantz azidoak: 8 inguru.
 - Aminoazidoak: 20 inguru.
 - Azukreak: 25 inguru.
4. POLIMERIZAZIO ERREAKZIOAK: monomeroen elkarketaz, polimeroak sortzen dira.
5. MIHIZTATZE EDO ELKARTZE ERREAKZIOAK: Polimeroen elkarketen bidez, egitura zelular nagusiak eratzen dira:
 - Glukogeno tarteketak.
 - Mintza eta azala: lipido + lipopolisakarido + peptidoak...
 - Flageloa: flagelina izeneko proteinaz eratua.
 - Finbria: proteinaz eratua.
 - Zitosola: proteina, RNA molekulak eta erribosomak beste gauza batzuen artean.
 - Nukleoidea: DNAz eratua, nagusiki.

Prozedura guzti hauek nahiko amankomunak dira, eta gainera, simultaneoki ematen dira prokariotoaren barruan. Guretzat interesgarriena mantentze-metabolismoa izango da, energia eta beste baliabideka lortzeko erabiltzen dituzten mekanismoak, izan ere. Prokariotoek, esan bezala, eredu trofiko desberdinak dituzte. Oso talde dibertsoa izanik (C, energia eta e^- iturriaren aldetik), aitzindariak eta prozesuak ere desberdinak izango dira.

METABOLISMOAREN ESKEMA OROKORRA

(adibidea: bakterio kimioorganotrofoa)



Bi prozesu nagusi bereizten ditugu metabolismoaren barruan:

- KATABOLISMOA:** elikagaien makromolekulak degradatzean datza, hauetatik energia eta gerorako monomeroak lortu ahal izateko. Honen barruan mantentze erreakzioak sartzen dira. Katabolismoari esker: hamabi aitzindariak, energia eta ahalmen erreduzitzailea lortuko dute.
- ANABOLISMOA:** kontrako bidea da, sintesiarena. Anabolismoaren barruan erreakzio biosintetikoak, polimerizazioa eta mihizatzea sartzen dira.

Erredox-erreakzioak eman daitezen, elektroigarriztaileak beharrezkoa izango dira, bi motatakoak daude, kokapenaren eta mugimenduaren arabera:

ZITOSOLEAN, mugimenduan.

MINTZEAN txertatuta, geldirik.

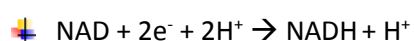
NAD^+ : energia lortzeko.

Zitokromoak

$NADP^+$: biosintesirako.

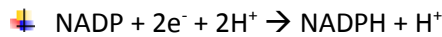
FAD^+

Konposatu hauek, oxidazio (elektroiak eman) –erredukzio (elektroiak jaso) konstanteak jasaten dituzte, eta oxidazio-erredukzio hauek, era berean, hainbat entzimek katalizatzen dituzte. Esan bezala, hainbat elektroigarriztaile daude:



Elektroiak e^- garraio kateari pasatzen dizkio. Katean, elektroiak eta protoiak batera garraiatuko dira. Elektroiei emaitza onenak dira.

Erreakzio honen entzima : piridin nukleotido deshidrogenasa da.



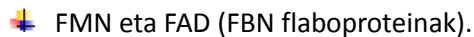
Garraiatzaile hau, erreazio biosintetikoetan erabiltzen da nagusiki.

Zelularen beharren arabera, bi konposatu hauen hauen artean, erregulazioa ematen da, bakoitza prozesu desberdinetan erabiltzen denez, bat falta denean, bestearen elektroioak erabiliko dira erreduzitu ahal izateko:

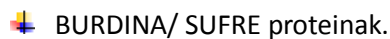


Eta erreazio orekatzaille hau: **Transhidrogenasa** batek katalizaten du.

Bi bitartekari hauek zitoplasman aske aurkitzen dira.



Elektroi eta protoiak hartu, eta bitartekari bezala funtzionatzen dute. Elektroio emaile okerragoak dira.



Bakarrik e^- ak garraiatzeko gai dira. Puntu honetara iristena, H^+ ak kanporatuak izango dira, gradiente kimikoa sortuz eta e^- ak mintzean harrapatuta gelditzen direlarik.



e^- ak zein H^+ ak garraiatzeko gaitasuna dute, aurreko garraiatzaileetatik hartzen dituzte. H^+ ak zitoplasmatik. Mugikorak dira.



e^- ak garraiatzen dituzte, baina ez protoiak, hauek kanporatu egingo dira, beraz.

ENERGIAREN SORRERA ETA BILKETA

Hasieran eskuratutako energia, ez dago eskuragarri. Katabolismoari esker, loturetan dagoen energia hau energia eskuragarri bilakatuko du:

- Lotura-energia (ez-eskuragarria).
- Gradiente elektrokimikoa \rightarrow protoi ponpaketa, eta ATP aren fosforilazioa.

Mintza protoiekiko iragazgaitza da, eta ponpaketa eman dadin, protoi-ponpa garraiatzaileak beharko ditu. Protoi gradiente hauen bidez, energia kimiko ez erabilgarria \rightarrow erabilgarri bihurtzen dute.

Ponpaketa-mekanismo desberdinak daude:

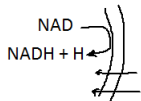
UNIPORTEA

SINPORTEA

ANTI PORTEA



Elektroien garraioa gradientearen araberakoa izaten da (- → +), baina posible da alderantziz ematea, eta honetarako, energia gastu bat beharrezkoa izango da.

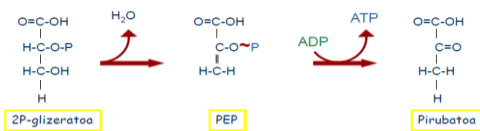


Kanporatutako protoiak barneratzearekin batera, NAD erreduzitzeko aprobetxatuko du, edota $ADP + P_i \rightarrow ATP$ bihurtzeko, **ATP-aren sintesirako**.

ATP SINTESIA: Bi modutan eman daiteke:

1. SUBSTRATU MAILAKOA

Glukolisan, adibidez, substratu mailako fosforilazioa ematen da. Erreakzio hauek, **kinasa** deritzen entzima batzuk katalizatzen dituzte. Hartzitzaileen kasuan, hemendik lortzen dute ATP gehiena (Krebs-en zikloa eta elektroien garraioa ez baitute burutzen).



2. GRADIENTEAREN BIDEZKO PROTOI PONPAKETA.

Hasiera batean protoiak gradiente kimikoaren aurka ponpatzen dira (kontzentrazio handieneko zonaldera, hots, zitoplasmara), eta ondoren, protoienganako iragazgaitza den mintzean kokatutako proteina garraiatzaileetan zehar (ponpak), pasako dira beste behin, gradiente berdinaz. Ekintza hau aprobetxatuz, **ATP-ak** $ADP + P_i \rightarrow ATP$ fosforilatuko du.

Bi modutan eman daiteke:

- Fotofosforilazioa: e^- ak eguzkitik hartzen dituen.
- Fosforilazio oxidatiboa: e^- ak konposatu kimiko batetik (organiko zein inorganiko) hartzen dituen.

Bi prozesu hauek arnastzaileek (aerobio/anaerobio) eta fotosintetizatzaileek egiten dituzte.

ERREDOX ERREAKZIOAK

Erreakzio hauen medioz bizidunek erabiltzen dute konposatueta dagoen energia kimikoa

OXIDAZIOA

- Elektroi 1 edo gehiago ematea
- Elektroiak protoiekin batera daudenez, protoi 1 edo gehiago ematea
- Beraz, oxidazioak deshidrogenazioak dira, hidrogenoaren atomo bat edo gehiago ematen direlako
- Oxidatzen den konposatuaren C-aren oxidazio-maila handitzen da:

az. laktikoa ($C_3H_6O_3$) pirubikora oxidatzen denean ($C_3H_4O_3$) C-aren oxidazio maila 0-tik +2-ra pasatzen da ($2 e^-$ eta $2 H^+$ askatzen dituelako)

ERREDUKZIOA

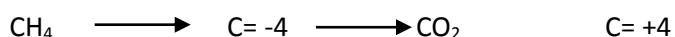
- Elektroi 1 edo gehiago hartzea
- Elektroiak protoiekin batera daudenez, protoi 1 edo gehiago hartzea
- Beraz, erredukzioak hidrogenazioak dira, hidrogenoaren atomo bat edo gehiago hartzen direlako
- Erreduzitzen den konposatuaren C-aren oxidazio-maila txikitzen da:

azetaldehidoa (C_2H_4O) etanolera erreduzitzen denean (C_2H_6O) C-aren oxidazio maila -2-tik -4-ra pasatzen da ($2 e^-$ eta $2 H^+$ hartzen dituelako)

Erreakzio hauek BETI BATERA gertatzen dira: konposatu batek beste batek askatutako elektroiak hartzen ditu

KONPOSATUEN OXIDAZIO-MAILA (EGOERA) KALKULATZEKO ARAUAK

- Elementuen oxidazio-maila 0-koa da
- Molekula neutroen oxidazio-egoera 0-koa da
- Ioen oxidazio-maila, beraien karga da: $Na^+ = +1$; $Fe^{3+} = +3$; $OH^- = -1$
- Konposatueta, definizioz, oxigenoaren oxidazio-egoera -2-koa eta hidrogenoarena +1-koa da
- Konposatu karbonodun sinpleetan C-aren oxidazio-egoera kalkulatzeko, oxigenoen eta hidrogenoen oxidazio-egoerak gehitzen dira eta C-aren oxidazio-egoerarekin doitzen da, batuketa 0 izan dadin.



- Konposatuan C-atomo bat baino gehiago egotekotan, ez dugu kalkulatu C bakoitzaren oxidazio-egoerarik. Kasu honetan molekulan dagoen C osoaren oxidazio-maila teorikoa kalkulatu da:

- glukosa: $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow C = 0$
- etanola: $C_2H_6O \longrightarrow C = -4$

- pirubikoa: $C_3H_4O_3 \longrightarrow C = +2$

ERREDOX POTENTZIALA

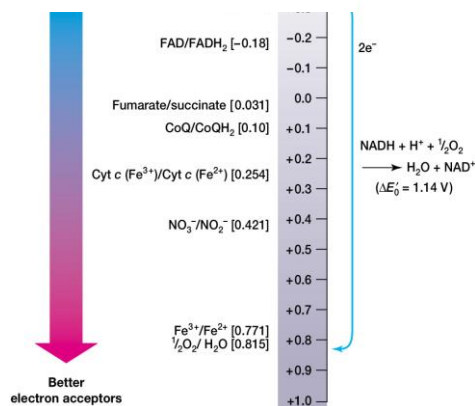
Konposatu guztiek ez dute e^- ak askatzeko edo hartzeko joera berdinek. Erredox-potentzialak e^- ak askatzeko joera adierazten du

- Erredox bikoteak honela adierazten dira: forma oxidatua / forma erreduzitua $2H^+ / H_2$
 $CO_2 /$ Glukosa $\frac{1}{2} O_2 / H_2O$
- Erreferentzia-balioa hidrogenoarena da: $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$ $E_0 = 0$ voltio pH=0 denean
 $E'_0 = -0,42$ voltio pH=7 denean

Erredox potentzial handiko bikoteek e^- ak emateko joera txikia dute: bikote hauen konposatu oxidatua elektroihartzaile ona da

Erredox potentzial txikiko bikoteek e^- ak emateko joera handia dute: bikote hauen konposatu erreduzitua elektroihartzaile ona da

Elektroi-emaile hobeagoak



Elektroi-hartzaile hobeagoak

ERREDOX POTENTZIALA ETA ENERGIA LIBREA

Erredox-erreakzioetan gertatzen den energia libre-aldaketa (ΔG^0) guztiz erlazionatuta c erreakzioaren e^- emaile eta e^- hartzaileen erredox-potentzialekin

$$\Delta G^0 = -nF \Delta E^0$$

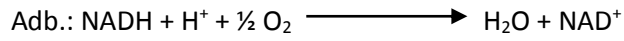
n = transferitutako e^- kopurua

F = Faraday konstantea (23 kkal/mol V)

ΔE° = erredox-potentzialaren aldaketa (e^- hartzailearen potentziala ken e^- emailearen potentziala)

$\Delta G^{\circ} < 0$ erreakzio EXOERGONIKOA (berez gertatu)

$\Delta G^{\circ} > 0$ erreakzio ENDOERGONIKOA (ez da berez gertatzen)



$\text{NAD}^+ / \text{NADH}$ $E^{\circ} = -0,32 \text{ v}$

$\frac{1}{2} \text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$ $E^{\circ} = +0,82 \text{ v}$

$$\Delta E^{\circ} = +0,82 - (-0,32) = +1,14 \text{ v}$$

$$\Delta G^{\circ} = - (2 \times 23 \text{ kkal/mol V} \times 1,14 \text{ V});$$

$$\Delta G^{\circ} = - 52,44 \text{ kkal/mol}$$

5. KIMIOORGANOTROFIA

Kimioorganotrofoek, energia eta elektroiak konposatu kimiko organiko batetik eskuratzen dituzte. C iturria, konposatu organiko bat izango dute, era berean.

Kimioorganotrofoak, metabolikoki oso dibertsoak dira:

- Arnasketa
- Hartzidura (anaerobiosian)
- Konposatu errekalzitrateak: ingurumenean presentzia iraunkor handikoak direnak, beren degradazio-prozesuaren zailtasunagatik. Zenbait mikroorganismo, hauek degradatzeko gai dira (poluziojale deritzenak), eta honi esker, garrantzi ekologiko handikoak.

Metabolismoaren lau prozesuen artean, guk aztertuko duguna, mantentze-erreakzioen multzoa izango da:

ZERTAN DATZA?

Molekula organikoa den substratua → degradatu egiten dute. Metabolismo zentrala prozesu amankomuna da, bai arnastzaileentzat, zein hartzitzaileentzat, baina metabolito bitartekariak desberdinak izango dira kasu bakoitzean:

- ARNASTZAILEA: sintesirako erabiliko ditu hamabi bitartekariak.
- HARTZITZAILEA: degradatu, eta energia lortzeko.

Bietan, glukosa izan ohi da substratu organiko nagusia.

METABOLISMO ZENTRALA:

Mol. Organikoa:

-Glukosa,
unibertsala delako.

METABOLISMO
ZENTRALA

ARNASKETA

HARTZIDURA

ATP

Ahalmen
erreduzitzailea.

Met.aitzindariak.

Energia

Orokorra

Espezifikoa

Bi motatako bideak dituzte:

1. Orokorrak: kimioorganotrofo guztietan agertu daitezkeenak, arazorik ez egotekotan.

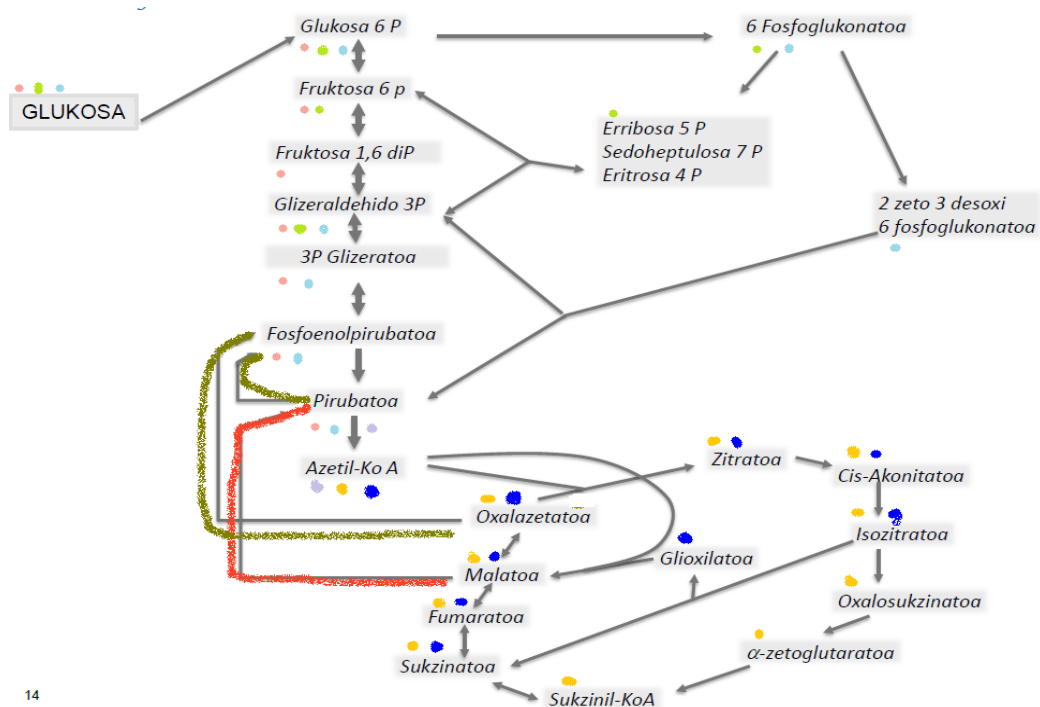
- Glukolisia
- Pentosa fosfatoen bidea.
- Azetil-KoA-ren sintesia.
- Azido trikarboxilikoaren zikloa.

2. Espezifikoak: kimioorganotrofo espezifiko batzuetan soilik agertzen direnak.

- Entner-Doudoroff bidea.
- Glioxilatoaren zikloa
- Fosfoenolpirubatoaren sintesia
- Pirubatoaren sintesia

Metabolismo honen bidez, metabolito bitartekariak zein energia lortzen dute prokariotoek.

Bide guztiak erlazionaturik egon behar dira, metabolito aitzindari batzuk, komunak izango dira beraz.



14

- | | |
|---|--|
| ● Glukolisia | ● Azido trikarboxiliko (krebs) |
| ● Pentosa fosfato | ● Glioxilato zikloa |
| ● Entner-Doudoroff | ● E. ANP : PEP ren sintesia |
| ● Azetil KoA sint. | ● E. ANP: pirubato sintesia |

BIDEA	MIKROORGANISMOA	NOIZ	AITZINDARIA	ENERGIA	AHALMEN ERREDUZITZAILEA
Glukolisia (Embden-Meyerhoff)	Gehienetan	Karbohidratoekin	+	+	+
Pentosa-fosfatao	Gehienetan	Pentosekin	+		+
Entner-doudoroff	Askotan, glukolisiaren ordeztan.	Karbohidrato zein Glukonatoekin	+	+	+
Azetil Ko A	Guztietan	Aerobiosi / Anaerobiosian	+		+
Azido trikarboxilikoak	Gehienetan	Aerobiosian / (Anaerobiosian)	+	+	+
Glioxilatoaren zikloa	Bakt. Aerobioetan	Azetato zein Gantz azidoekin	+		+
Erreakzio anaplerotikoak	Gehienetan	Azido organikoekin	+	0/-	0/-

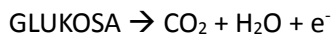
2. KIMIOORGANOTROFOEN METABOLISMOA

Bi organismo mota bereizten ditugu:

- **ARNASTZAILEAK** : substratuaren degradazio osoa egiten dute, energia kopuru handia lortuz.
 - ✓ Aerobikoak: elektroihartzaitzat O_2 -a erabiltzen dutenak.
 - ✓ Anaerobikoak: elektroihartzaitzat, beste konposatu inorganikoak erabiltzen dituztenak (NO_3^- , SO_4^{2-} , CO_3^-)
- **HARTZITZAILEAK**: substratua pirubatoraino degradatzen dute (ez CO_2 raino) eta beraz, energia askoz gutxiago lortuko dute.

1. ARNASKETA AEROBIOA

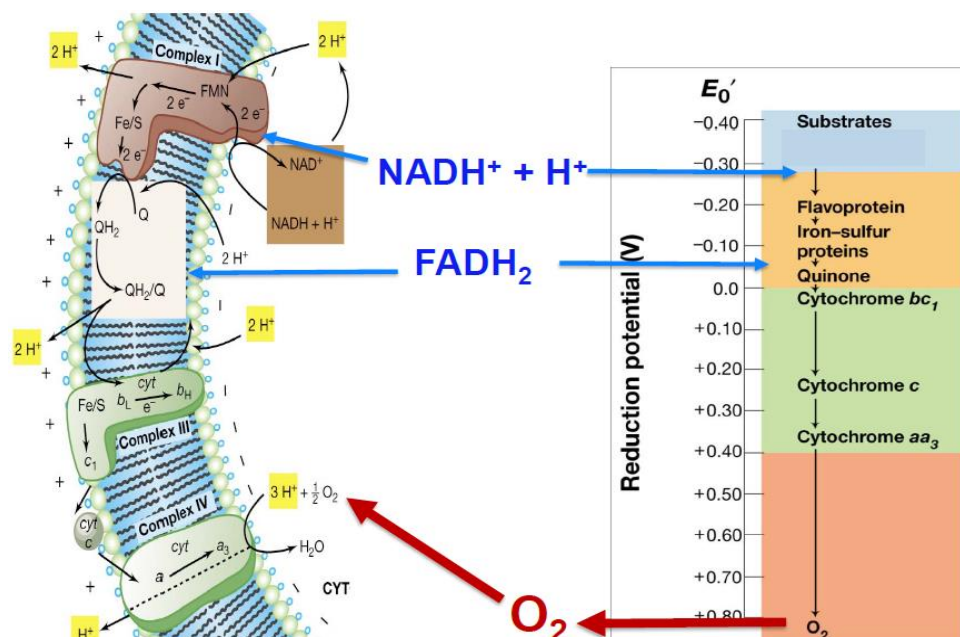
Substratua, normalean glukosa, guztiz oxidatzen dute $\rightarrow CO_2$ raino. Oxidazio honetatik elektroiak askatu eta ahalmen erreduzitzailea lortzen dute, bai eta energia asko.



Ahalmen erreduzitzailea, piridin nukleotidoetan gordetzen da, eta biosintesarako edo prozesu kimikoetarako:

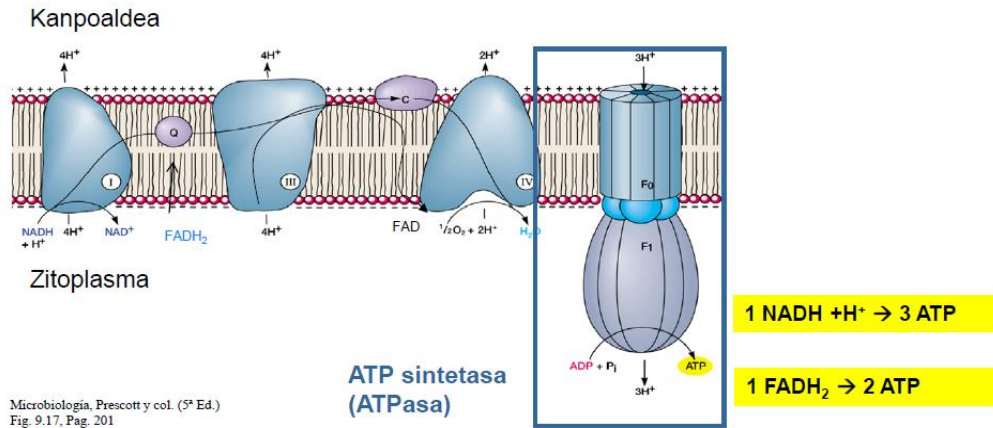
- $NADPH + H^+$: biosintesarako erabili.
- $NADH + H^+$ eta $FADH_2$: elektroiak garraiatzeko (e^- garraio katean zehar).

Elektroi garraio kate hauek oso luzeak izaten dira, O_2/H_2O sistema, oso elektropositiboa delako, eta honek ATP sorrera handia ekartzen du.



Erreduzitutako bitartekari hauetatik energia lortu ahal izateko, fosforilazio oxidatiboa ematen da: substratutik askatutako elektroiak, garraio-katean zehar joaten dira, eta bide batez, H^+ en

ponpaketa ematen da. Ponpaketa honek, gradiente elektrokimiko bat sortuko du, eta honi esker, ATP aren fosforilazioa emango da ATP-asan



BALANTZE AEROBIKOA:

✚ Glukosa baten degradazio aerobikoan:

Glukolisia → AzetilKoA → A.T.Z. izango da erreakzioa.

- Substratu mailako fosforilazioan:

Glukolisian: **2ATP**

Krebs-en zikloan: 2AzetilKoA → 2 GTP = **2 ATP**

- Sortutako NADH+H⁺ guztia oxidatzean:

Glukolisian: 2 NADH + H⁺

2 Pirubato → 2 NADH+H⁺

Krebs-en zikloan: 2Azetil KoA → 6NADH+H⁺

GUZTIRA: 10 NADH+H⁺ x 3 = **30 ATP**

- FADH₂a oxidatzean:

Krebs-en zikloa: 2FADH₂ x 2 = **4 ATP**

- Oxidazio fosforilazioan:

30 ATP + 4 ATP = 34 ATP

- TOTALA: 34 ATP + 4 ATP = **38 ATP guztira.**

✚ Hamabi aitzindari metabolikoak lortu nahi baditugu, beharrezkoak izango ditugun glukosa molak:

Aitzindarien C kopuru totala kalkulatu, eta zati 6 egin behar dugu:

C kopurua: 6+6+5+4+3+3+3+3+2+4+4+4 = 48 → 48/6 = 8 glukosa molekula

2. ARNASKETA ANAEROBIOA

Ingurunea anaerobikoa denetan, azken elektroihartzailea O_2 ez denean, prokariotoek beste arnasketa mota bat erabiltzen dute.

Elektroi azken hartzaileak bi motatakoak izan daitezke:

1. ORGANIKOAK: fumaratoa, dimetilsulfoxidoa (DMSO), trimetilaminaren oxidoa (TMAO).
2. INORGANIKOAK: NO_3^- , NO_2^- , N_2O , ClO_3^- , ClO_4^- , Mn^{4+} , Fe^{3+} , Au^{3+} , SeO_4^{2-} , AsO_4^{3-} , SO_4^{2-} , S^0 .

Arnasketa anaerobio hau derrigorrezko zein aukerazko anaerobioek egiten dute. Gehienak kimioorganotrofoak dira, baina badaude zenbait kimiolitotrofo ere.

Metabolismo zentrala, hasieran aipaturako bezala da (Glikolisia, pentosa fosfatoen bidea, AzetilKoA-ren sintesia eta Krebs prozesuekin), baina zenbait aldaketa eman dira, O_2 aren falta dela-eta:

AzetilKoAren sintesia:

PIRUBATOA \rightarrow AzetilKoA + CO_2 + NADH+ H^+ ordez,

PIRUBATOA \rightarrow AzetilKoA + CO_2 + H_2

\rightarrow AzetilKoA + az.formikoa.

Eta honetarako, arnasketa aerobikoan erabiltzen den **pirubato deskarboxilasa** entzimaren ordez, beste bi entzima erabiltzen dituzte:

- Pirubato oxidoerreduktasa

- ?????????

Azido trikarboxilikoaren zikloa ere, mugatuta dago, **α -KG deshidrogenasa** entzima anaerobiosian inaktibatuta egiten baita. Hortaz, Krebs-en zikloa α -KG-raino burutuko da, Bi adarretako Krebs-en zikloa deritzona burutuz. Honi esker, biosintesarako beharrezkoa den sukzinilKoA aitzindari metabolikoa sintetizatuko da:

BI ADARRETAKO KREBS-en ZIKLOA:

1. ADAR OXIDATZAILEA: Krebs-en zikloa jarraituko du, α -KG eratu arte (aitzindari metabolikoetariko bat).
2. ADAR ERREDUZITZAILEA: Oxalazetatotik hasita, Krebs-en zikloa kontrako zentzuan (zentzu erreduzitzailean) egiten du, eta modu honetan, sukzinilKoA sintetizatzen du. Prozesu honetan, oxalazetatoaren gastua ematen denez, (hau ere biosintesarako aitzindari metaboliko garrantzitsua izanik), ERREAKZIO ANAPLEROTIKOEN bidez.

+ERREAKZIO ANAPLEROTIKOAK:

- $PEP + CO_2 \rightarrow Oxalazetatoa + Pi$

- Pirubatoa + CO₂ + ATP → Oxalazetatoa + ADP + Pi Beraz, honela lortzen dituzte beharrezko elementuak:

1. METABOLITO AITZINDARIAK: bi adarretako ATZ

- Erreduzitailean: SukzinilKoA
- Oxidatzailetik: α-KG

2. AHALMEN ERREDUZITZAILEA:

- Metabolismo zentrala
- Baina NADH baztuk ATZ erreduktiboan gastatu.

3. ENERGIA:

- Substratu mailako fosforilazioan
- Fosforilazio oxidatiboaren bidez

Arnasketa anaerobiko mota desberdinak daude, azken elektroio hartzailearen arabera:

1. NITRATOA: enterobakterioak izaten dira, hesteetan bizi direnak, adibidez. Azken hartzailea nitrato (NO₃⁻) izango da.

+DESNITRIFIKAZIOA: NO₃⁻ → NO₂⁻ → NO → N₂O → N₂ bihurtzen dute.

Adibidez: *Pseudomonas (bazilo -)*, *(Thio)bacillus*, *Paracoccus (-)*.

2. SULFATOA: sulfatoaren erredukzioa ematen da, azken-hartzailetzat dutelako: H₂S, SO₄²⁻

Adibidez: *Desulfo-bibrio/bacter...*

- SUFRE ELEMENTALA, S⁰: *Desulfuromonas*, *Thermoproteus...*

3. BURDINA: *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Geobacter* (azken hau aztertzen ari dira, pila bakterianoen erabilpenean, energia sortzeko.)

4. FUMARATOA: e⁻ azken hartzailea, Fumarato → Succinato-ra erreduzitu.

Adibidez: *Wolinella*.

1. NITRATOA erabiliz.

Nitratoa energia-iturri moduan erabili ahal izateko, konposatu nitrogenatu oxidatuen (nitratoak, N₂...) erredukzio **diszimilatorioa** egin behar da. Ordea, biosintesisirako erabili nahi badira, erredukzio **asimilatorioa** jarraitu beharko du:

DISZIMILATORIOA:

- Energia lortzeko erabiltzen da.
- Mintzean ematen da.
- Mintzean zeharreko e⁻ garraioan oinarritutako ADP + Pi → ATP fosforilazioetan oinarritzen da.

- Soberako konposatu erreduzituak (e^- ak jaso dituztenak), kanporatuak izango dira, hondakin moduan.

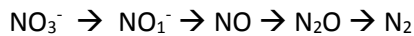
ASIMILATORIOA:

- Konposatu oxidatuak, erreduzituak izango dira, biosintesian (aminoazidoen eraketan etab.) erabiliak izan daitezten.
- Zitoplasman ematen da.
- Ez da hondakinik sortzen, printzipioz, produktu guztiak asimilatzen baitira.

Prozesu bietan, NO_3^- , NO_2^- edota N_2 ak erreduzitzen dira, baina erabilitako entzimak eta prozesua bera desberdinak izango dira.



+DESNITRIFIKAZIOA: nitratoka nitrogeno molekularra bihurtzean datza,



Urratsak:

1. $\text{NO}_3^- + 2e^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ nitrato erreduktasa diszimilatorioa/asimilatorioa.
2. $2 \text{NO}_2^- + 4 e^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O}$ nitrito erreduktasa "/".
3. $\text{NO}_2 + 2 e^- + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Nitrogenasa konplexua

NATURAN GARRANTZIA:

Bakterio hauek oso garrantzitsuak dira naturan, eta bereziki **Nitrogenoaren zikloan**. Beren prozesu metabolikoaren ondorioz, landareek beharrezkoak dituzten nutriente nitrogenatuak (printzipioz lurretik eskuratzen dituztenak) , gutxiagotu egingo dituzte, atmosferara N_2 moduan askatuz. Zentzu honetan, kaltegarriak suertatzen dira landare-ekosistemetarako.

Bestalde, ur sistemetan, gizakiak uretara botatako hondakin nitrogenatuen ondorioz eragindako eutrofizazioari (gehiegizko konposatu nitrogenatuei) aurre egiten diote, hondakin hauek desnitrifikazioz N_2 bihurtu, eta atmosferara botatzean.

2. SUFREA

- Mikroorganismo hauen substratu egokiena, az.laktikoa, etanola, pirubatoa edota hidrogenoa da (kimiolitotrofoen kasuan).
- Derrigorrezko anaerobioak dira: ingurunean, S izan beharko dute, beraz.
- Laktikoa substratu dutenetan: elektroiak hidrogeno batek hartu, eta hidrogeno molekular H_2 , gasa bihurtuko da. Honek e^- ak emango dizkio mintzeko hidrogenasa bati, eta modu honetan, kateetan garraiatuak izango dira, bukaerako sulfato hartzailea erreduzitzen delarik.

1. SULFATOAREN ERREDUKZIOA

- Sulfatoa aktibatu: ATP gastua ematen da.
- e^- ak hartuko ditu : $SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow SO_3^-$ edota $SO_4^{2-} + 6e^- \rightarrow H_2S$

Sulfatoarekiko arnastzaileek erabilitako substratuak, beste izakiek sortutakoak izan ohi dira, beraz, azkenekoak dira kate trofikoan.

- H_2S ren garrantzia:
 - Toxikoa da: arnasketa anaerobikoan soilik onar daiteke. Ingurune urtarretan, beste mekanismo batzuk erabiltzen dituzte.
 - Beste mikroorganismo litotrofoen substratua da, e^- emaile gisa jokatzen duelako.



Erredukzio hau ez da beti H_2S -raino ematen, batzuetan partzialki erreduzitu, eta SO_3^- raino egiten da soilik.

3. METANOA (CH_4)

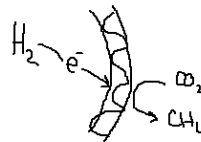
- Metanoa garrantzi handikoa da ekosisteman, berotegi-efektuaren eragile nagusia delako.
- Arkeo metanogenikoak dira metanogenesisia egiten duten mikroorganismoak.
- METANOGENESIA, bi modutan eman daiteke:

Kimiorganotrofia

-Azetato (organikoa) zati bat oxidatu eta beste zatia erreduzitzeko erabiltzen da.

Kimiolitotrofia

-Konposatu organiko batek hartuko du azken elektroia.



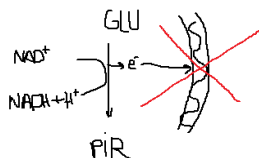
- Substratua metanola, azetatoa... dira. Hemendik, energia lortu eta aitzindari metabolikoak sintetizatuko dituzte.
- AzetilKoA-ren bidea: CO_2 a berreskuratzeko erabiliko du.
- Generoak: (*Methano*)bacterium...

- Garrantzia:
 - Derrigorrezko anaerobioak direnez, ingurune anaerobikoetan agertuko dira beti (zingiretan, hesteetan, errumenak...).
- Ikuspegi antropozentriko batetik, erregai gisa erabil daiteke CH₄ gasa.
- Karbonoaren zikloan garrantzi handikoak dira mikroorganismo hauek.
- Metanogenesisia VS metanotrofia:
 - Arkeo metanogenikoak → anaerobiosia → sintesia.
 - Bakterio metanotrofikoak → aerobiosia → degradazioa.

HARTZIDURA

Hartzidura O₂-rik gabeko prozesua da, arnasketa anerobikoaren antzera, baina kasu honetan, glukosaren degradazioa ez-oso da, hots, pirubatoraino soilik degradatuko da, mintzeko e⁻ katean ematen den garraioa, eta honekin batera ematen den ATP sintesia ekidinez:

- Energia askoz gutxiago aterako dute.
- Kanpoko e⁻ k hartzailerik gabea da (e⁻ garraio kate bukaeran kokatuko dena).
- Substratuak, e⁻ emailea: glukosa, fruktosa...
- e⁻ hartzailea: substratuaren degradazioaren ondorioz, prozesuan sortutako bitartekaria izango da (pirubatoa..)



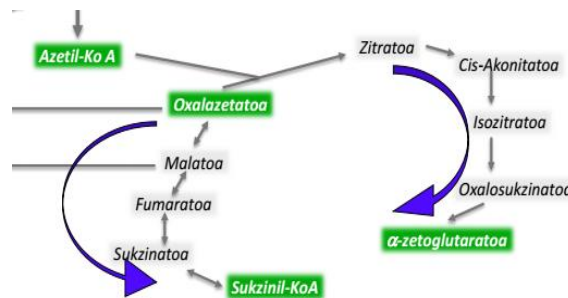
Piridin nukleotido erreduzituak metatuz joango dira. Honetarako, pirubatoa hartzitu beharko dute, bitartekari **berroxidatu**, eta hauek berrerabili ahal izateko.

- NOLAKOAK dira?
 - Derrigorrezko anaerobioak.
 - Aukerazko anerobioak:
 - ✓ O₂ badago: arnasketa aerobikoa egingo dute.
 - ✓ O₂ gabe: arnasketa anerobikoa.
 - ✓ O₂ eta N, S...gabe: **hartzidura**.
 - Aukerazko anaerobio aerojasankorrak: O₂ jasan dezakete, baina hartzidura egingo dute. Adibidez: *Lactobacillus* (az.laktikoaren bakterioa.)

Beraz, hartziduraren EZAUGARRI NAGUSIAK:

- Bakarrik mikroorganismoetan ematen da (bakterio, legami...prokarioto zein eukariotoetan), funtsezko metabolismotzat.

- ✚ e^- garraio kate funtzionalik gabeak. Metatutako bitartekariak \rightarrow berroxidatu beharko dira.
- ✚ Anaerobiosian ematen dira, baina posible da aerobiosian ematea.
- ✚ $S \rightarrow E_1 + E_2 \dots$
Substratuaren erreodox-egoera, eta produktuenen batura, berdinak izan beharko dira (AE^0).
- ✚ Bi aldaketa:
 - Pirubato DH konplexua inhibitu O_2 presentzian: **Pirubato liasa eta Pirubato ferredozin erreduktasa** aktibitateaz.
 - α -KG DH inaktibatuta dagoenez \rightarrow Bi adarretako Krebs-en zikloa emango da.



Adar oxidatzailean: piridin nukleotidoak oxidatzen dira \rightarrow berriz erreduzitzeko, adar erreduzitzailea erabiliko dute.

- ✚ Energia gehiena substratu mailako fosforilazio bidez lortzen dute, glukolisian.
- ✚ e^- katerik ez dagoenez, energia kopurua nahiko gutxi izango da (ATP, GTP) guztia kimikoa da.
Baina, flageloek, eta beste zenbait egiturak, gradiente elektrokimikoa behar dutenez, NOLA ENERGIZATU MINTZA?
 - Ekoizkinen kanporaketarekin batera, H^+ kanpora ponpatzen dituzte.
 - Laktikoek, adibidez: azido laktikoa + H^+ ak kanporatu.
 - Erreduzitutako $NAD(P)H + H^+ \rightarrow$ berroxidatu egingo dute, hartziduran bertan.

HARTZIDURA MOTAK:

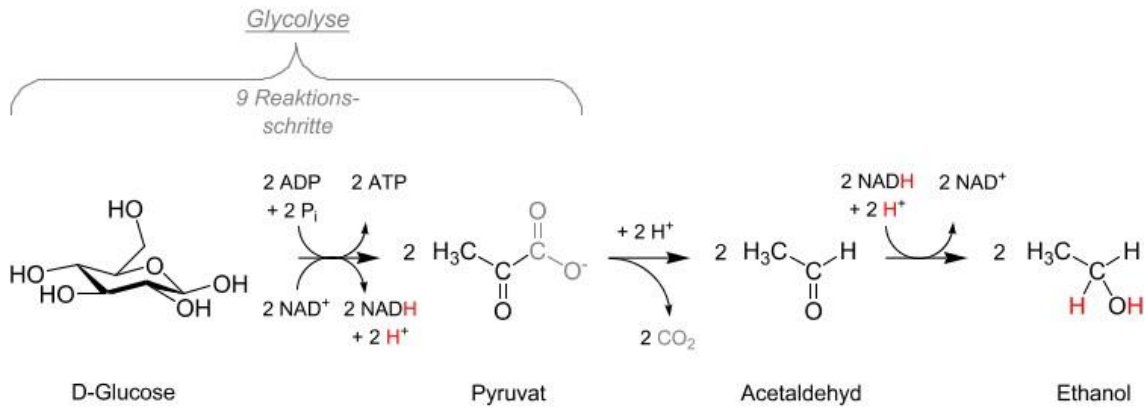
1. ALKOHOLIKOA

Bakterio eta legamiek egiten dute. Beti ematen da inguru anaerobiko batean, hots, ingurune itxian.

- (*Sacharomyces cerevisiae*, *carlsebergensis*...
- Ekoizkinak:
 - alkohola (etanola).
 - CO_2 a.

Nahiko prozesu industrial interesgarria da, edari alkoholdunak edota ogia sortzerako orduan. Baina erreakzioa berdian izan arren, lortutako produktuak desberdinak dira. Zergatik?

- Edari alkoholdunetan sortutako alkohola, ogia sortzerako orduan, temperatura altuetan ematen denez, alkohol hori ebaporatu egiten da, eta askatutako CO₂ gasa, ogia hanpatzeko erabiltzen da.



2 urrats garrantzitsu:

-P deskarboxilasa \rightarrow CO₂ + azetaldehido.

-Azetaldehidoaren erredukzioa \rightarrow etanola. Glukosa mol bakoitzeko, hartziduran : **56 Kcal/mol** lortzen dira.

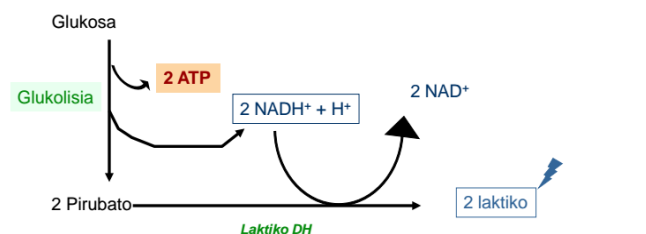
2. LAKTIKOA

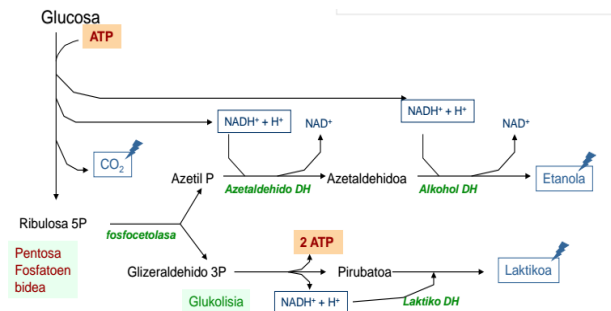
Azido laktikoaren bakterioek egiten dute. Aerojasankorrek dira: O₂ egon ala ez, hartzidura egingo dute.

Bi modutan ematen da:

HOMOLAKTIKOA: sortzen duen ekoizkin bakarra az. laktikoa izango da.

+Adibidez: *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*.





HETEROLAKTIKOA: laktikoaz gain, beste ekoizkin bat sortzen duena (etanola, az. azetikoa...)

-Ez dute glukolisiaren **aldolasa** entzima.

Beharrezko dute **laktiko DH** entzima.

+Adibidez: *Leuconostoc*, *Lactobacillus batzuk*...

Beste hartidura mota batzuk daude:

Hartidura	Substratua	Azken produktuak	Mikroorganismoa
Azido-mistoa	Hexosa	-Etanola, -2,3-butanodiola -sukzinikoa -laktikoa -azetikoa -formikoa	- <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>
Butanolikoa	Hexosa	-Butanola -azetikoa -azetona -etanola - H ₂ -CO ₂	<i>Clostridium acetocutylicum</i>
Propionikoa	Laktatoa	Propionikoa	- <i>Lactobacillus</i> - <i>Propionibacterium</i> - <i>Clostridium propionicum</i>
	Azetikoa,	-Kaproatoa,	- <i>Clostridium kluveri</i>

Kaproikoa

etanola,
CO₂

-butirikoa
-H₂

PROZESUA	PROZESUA	e ⁻ TRANSFERENTZIA	C ITURRIA	EREDU TROFIKOA	O ₂ -kiko HARREMANA	ADIBIDEAK
	Arnasketa anaerobiko: DESNITRIFIKAZIOA	Hexosa → NO ₃ ⁻	Hexosa, HETEROTROFOA	Kimioorganoheterotrofoa	Aukerazko/ derrigorrezko anaerobio arruntak	<i>Pseudomonas</i> <i>Paracoccus</i> <i>Bacillum</i>
	Arnasketa anaerobikoa: NO ₃ ⁻ ren erredukzio DISZIMILATORIOA	Hexosa → NO ₃ ⁻ (kanpokoa)	Hexosa, HETEROTROFOA	Kimioorganoheterotrofoa	Aukerazko/ derrigorrezko anaerobioa	<i>Bacillus</i> <i>Pseudomonas</i>
Hexosa → Formikoa	Hartzidura: -azido-mistoa -butilenglikolikoa	Hexosa → pirubatoa	Hexosa, HETEROTROFOA	Kimioorganoheterotrofoa	Aukerazko anaerobioa	<i>Escherichia</i> , (enterobakterioak) + formiko hidrogenoliatoa
Hexosa → Laktikoa	Hartzidura laktikoa	Hexosa → pirubatoa	Hexosa, HETEROTROFOA	Kimioorganoheterotrofoa	Aukerazko/derrigorre zko anaerobioa	<i>Lactobacillus</i> <i>Lactococcus</i> <i>Bifidobacterium</i>
	Sulfatoarekiko arnasketa anaerobikoa	Laktikoa → sulfatoa	Laktikoa, HETEROTROFOA	Kimioorganoheterotrofoa	Derrigorrezko anaerobioa	<i>(Desulfo)bibrio</i> " <i>bacter...</i>
CO ₂ → CH ₄	Arnasketa aerobikoa: METANOGENESIA	H ₂ → CO ₂	CO ₂ , AUTOTROFOA	Kimiolitoautotrofoa	Derrigorrezko anaerobikoa	<i>(Methano)sarcina</i> " <i>bibrio</i> " <i>coccus...</i>

	Arnasketa anaerobikoa	$\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{O}_2$	CO_2 , AUTOTROFOA	Kimiolitoautotrofoa	Aerobio hertsia	<i>(Nitroso)/(Nitro)monas</i> " " <i>spiras</i> <i>coccus</i>
	Arnasketa aerobikoa : METANOTROFIA	$\text{Metanoa} \rightarrow \text{O}_2$	CO_2 , HETEROTROFOA	Kimioorganoheterotrofo	Aerobioa	<i>(Metilo)mona</i> " <i>silus</i>
	Fotosintesi anoxigenikoa	$\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ piridin nukleotido	CO_2 , AUTOTROFOA	Fotolitoautotrofo	Derrigorrezko aerobikoa	<i>Nostoc</i> <i>Spirullina</i> <i>Synechococcus</i> <i>Proctococcus</i> (zianobakterioak)
<p>Calvin zirkloan finkatua, biosintesisirako.</p>	(Fotosintesi anoxigenikoa)/ Arnasketa anaerobikoa	$\text{SH}_2 \rightarrow$ piridin nukleotido	CO_2 , AUTOTROFOA	Fotolitoautotrofoa	Aukerazko anaerobioa	Bakterio gorriak (Bakteriklorofilak)

KONPOSATU DESBERDINEN OXIDAZIOA

- Polisakaridoak:

- Glukosaz beste, hainbat konposatu polimeriko degrada ditzakete (zelulosa, almidoia, glukogenoa, agarra...), **ektoentzimen** eta entzima estrazelularren liseriketaz baliatuta:

Polimeroak → Monomero bilakatu → Pirubatoa → ohiko degradazioa.

- Proteinak:

- Liseriketa estrazelularra eman beharra dago lehenik.

Proteina → aminoazidoa → (desaminazio/transaminzioa) → zetoazidoak → pirubatoa → deg.

- Lipidoak:

- Bereziki fosfolipidoak degradatzen dituzte:

1. Glizerola → glizerol-3-P → glikolisian degradatu → Krebs → CO₂.
2. Gantz azidoak → β-oxidazioa → Azetil-KoA sortu → Krebs → CO₂.

- Azido organikoak:

- Malatoa, azetatoa (glioxilatoren bidean), pirubatoa, zitratoa... → Krebs zikloa.

+MIKROORGANISMO BIOERREMEDIATZAILEAK

Gizakiak sortutako konposatu poluitzaileak deskonposatzen dituzte.

+Adib: hidrokarburoak, solido likido zein gaseosoak (gasoila, petrolio, alkanoak...) disolbaezinak izanik, orbanak eratzten dituzte uretan. Mikroorganismoek, orban hauek desegingo dituzte, ertzeetatik hasi eta orbanean sakondu ahala.

- Aerobiosian: bakterio askok, lizun eta legami batzuk.
- Anaerobiosian: batez ere bakterio batzuk, bai oso gutxi, eta konposatu sufredunen metabolismoa egiten dutenak.

- URRATSAK:

1. Alkanoaren barnerapena.
2. Periplasman aldaketak jasan.
3. Zelula barnean sartuta, oxidatu

- C KONPOSATUEN ERABILERA

- C bakarreko kateak.
- C bata baino gehiagokoak, euren arteko lotura zuzenik ez dagoenean.

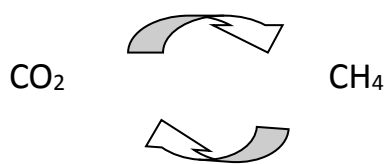
(adibideak falta dira.)

- Mikroorganismo hauei METOFILO deritze:
 - Metanotrofoak: soilik CH₄ degradatzen dutenak.
 - Methylococcaceae (fam.)
 - Methylomonas.
 - Methylococcus.
 - Metilotrofoak: beste substratu guztiak degradatzen dituztenak.
 - Hyphomicrobium.
 - Pseudomonas.
 - Bacillus.
 - Vibrio.

Metanotrofoak

Interesgarrienak dira, aerobiosian ematen den prozesua izanik.

Arkeo metanogeniko



Metanoaren zikloan erregulazioa emango da arkeo metanogenikoen (CO₂ aren erredukzioa) eta bakterio metanotrofoen (CH₄ aren oxidazioa) artean.

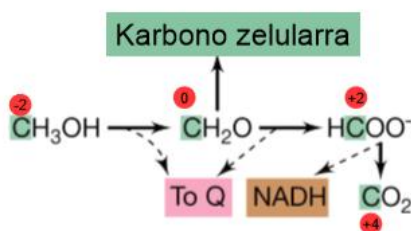
Bakterio metanotrofo

1. METANOAREN OXIDAZIOA



-Metano monooxigenasa bidezkoa, O₂-a ezinbestekoa da.

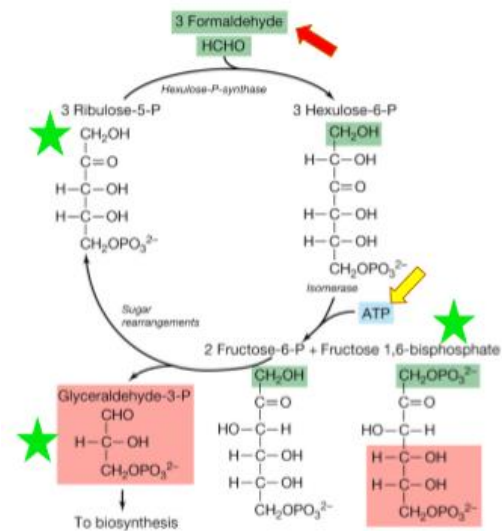
-Ez da energiarik sortzen.



- Metanola oxidatu, CO₂ lortu arte.
- Sortutako formaldehidoa, metabolito aitzindarien sintesirako erabilgarri.

Bi metanotrofo mota daude:

- Mota I (*Methylomonas*): metabolito aitzindariak erribulosa monofosfatoaren bidez baliatuz sintetizatuko ditu, formaldehidoaz baliatuz.

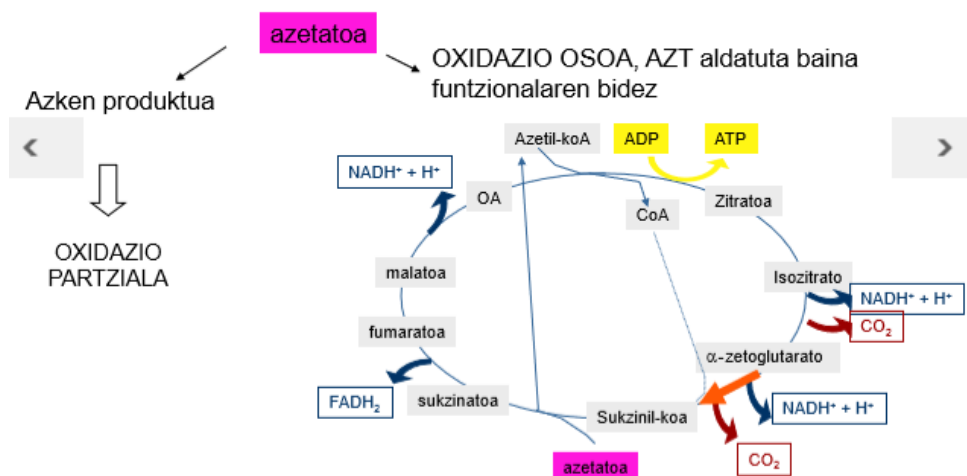


- Mota II (*Methylosynus*): metabolito aitzindariak serinaren bidez (Krebs zikloaren barnean), sintetizatuko ditu.

PIRIDIN NUKLEOTIDOEN ERREDUKZIOA

- Hidrogenoaren garraioa zuzen eman daiteke, piridin nukleotidoetaraino.
- Alderantziko elektroi garraioa erabiliz, ahalmen erreduzitzailea lortzen dute.
- Bian energia gastua ematen da, H⁺ barneratzeko prozesuan.
-

KONPOSATU SUFREDUNEN ERABILERA (?????????)



5

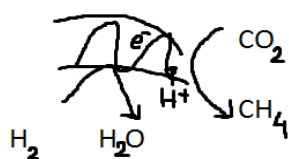
6. KIMIOLITOTROFIA

Kimiolitotrofoek, energia eta elektroiak konposatu kimiko inorganiko batetik eskuratzen dituzte. C iturria, konposatu inorganiko bat izango dute, era berean.

- Fisiologikoki eta filogenetikoki anitzak dira.
- Energia iturria oso espezifikoa da talde bakoitzean.
- Metabolismoa: gehienak aerobioak dira. Batzuk aukerazko anaerobioak, eta gutxi batzuk derrigorrezkoak.

Mota	Energia iturria eta e ⁻ emailea.	e ⁻ hartzailea	Ekoizkina
H bakterioak	H ₂	O ₂ (NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , CO ₂)	H ₂ O
Karboxidobakterioak	CO	O ₂	CO ₂
Bakt. nitrifikatzaileak	NH ₄ ⁺	O ₂	NO ₂ ⁻
Bakt. nitrifikatzaileak	NO ₂ ⁻	O ₂	NO ₃ ⁻
S bakterioak	S ²⁻ , S ⁰ , S ₂ O ₃ ²⁻	O ₂ (NO ₃ ⁻)	SO ₄ ²⁻
Fe bakterioak	Fe ²⁺	O ₂	Fe ³⁺

1. ARKEO METANOGENIKOAK: metanogenesi kimiolitotrofikoa izaten dute (H₂+ CO₂).



-H₂-a oxidatuko dute (hau izango da e⁻ emailea), eta e⁻ en garraioa emango da CO₂-raino.

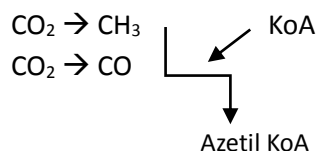
-Hau erreduzitu eta CH₄ sortuko dute.

- Ez dute Calvin zikloa erabiliko CO₂-a finkatzeko.

- Azetil KoA-ren bidea:

-CO₂ zati bat → CH₄-ra erreduzitu.

- Beste zati bat → Azetil KoA erazteko erabili.



- Ekologikoki oso garrantzitsuak dira:

-Derrigorrezko anaerobioak dira.

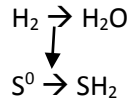
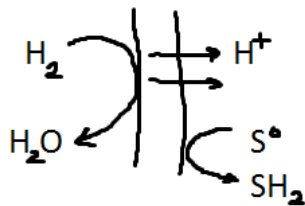
-Ingurune anaerobikoak → ur-ingurune sedimentarioetan agertzen dira.

-Materia organikoa degradatzen duten tokietan agertzen dira:

- Mendian, zaldi bat hiltzea.
- Behien errumenean.
- Ur araztegiatan: leku itxietan ura sartzen denean.
- Iturri hidrotermalean: H_2 eta CO_2 askatzen da.

2. SUFREAREN ARKEOAK

-Arkeo kimiolitotrofikoak dira: *Sulfolobus*, *Thermoproteus*...



Kimiolitotrofikoki zein kimioorganotrofikoki eragin dezake.

-*Pyrodicticum occultum*, adibidez, derrigorrezko kimiolitotrofoa da: iturri hidrotermalean bizi da.

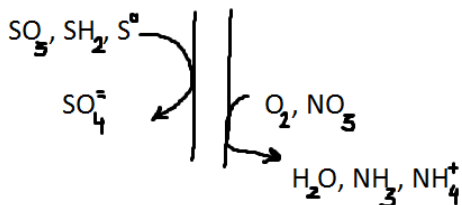
- CO_2 -a finkatzeko, Krebs-e zikloa alderantzi erabiliko dute. Arazoak hiru entzimatan:

- α -KG DH \rightarrow α -KG ferredoxin erreduktasa.
- Sukzt DH \rightarrow fumarato erreduktasa.
- Zittrato sintetasa \rightarrow ATP zittrato liasa.

3. SUFREAREN BAKTERIOAK

-Konposatu sufredunak oxidatzen dituzte. SO_3 , SH_2 , $S^0 \rightarrow SO_4^{2-}$ raino

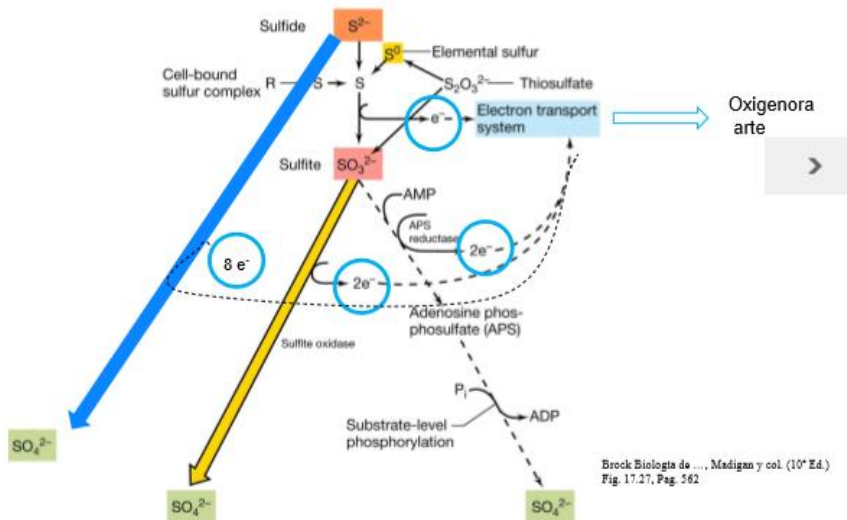
-Elektroi azken hartzailea, normalean : O_2 edo NO_3 .



-Gehienak derrigorrezko kimiolitotrofoak dira.

-Gehienak autotrofoak dira, baina badago salbuespenen bat.

+Tioautotrofia: *Thiobacillus*, *Thiotrix*, *Beggiatoa* (firuak) sufrezko tarteketak dituzte.



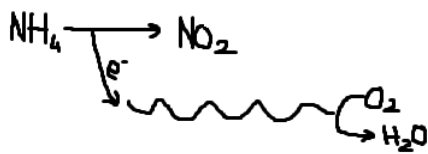
4. NITROGENOAREN KIMIOLITOTROFOAK

-Bakterio nitrifikatzaileak → Nitrifikazioa (desnitrifikazioaren kontrakoa) egiten dute.

- Derrigorrezko aerobioak.
- Derrigorrezko eta aukerazko kimiolitotrofoak.
- Derrigorrezko eta aukerazko autotrofoak.

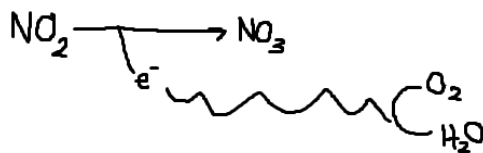
- Bi mota:

- Bakterio nitritanteak: $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$ (*Nitrosomonas*, *Nitrospira*, *Nitrosovibrio*, *Nitrosococcus*).



-Piridin nukleotidoak erreduzitzeko, alderantzizko e^- garraio katea.

- Bakterio nitratanteak: $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ (*nitro*).



-Nitrito oxidasa entzimaren bidez.

Nitrifikatzaileen ezaugarri orokorrak:

-Energia sintesia baxua dute → substratu asko gastatzen baitute.

-Substratu toxikoak degradatzen dituztenez, N-aren ziklo biogeokimikoan parte-hartzen dute, beren nitrifikazio prozesuari esker → guretzat oso garrantzitsuak dira.

-*Annamox* generoa.

5. BURDINAREN BAKTERIOAK

-Burdina dute elektroi-emaitzat: $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$.

-Aerobiosian ematen da: azken hartzailea O_2 izanik.

-pH neutroan zein azidoan eman daiteke.

+*Acidithiobacillus ferrooxidans*:

-Estremofiloa da.

-Burdina oxidatu → pH azidoan.

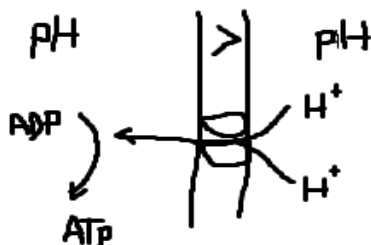
-Inguru egokia: Riotinto, meategian, adib. Likido burdindua da (pH =2)

-NASA: interes handia dauka Riotintoko fenomenoan → bizi estralurtarra hemen dagoenaren antzekoa izan daitekeelako.

-Baldintza hauetan burdin ferrosoa (Fe^{2+}) nahiko egonkorra da.

-Azidofilo izatea derrigorrezkoa da.

-Batzuetan esaten da ez dela benetako kimiolitotrofoa, jada pH-aren diferentziaren ondorioz → gradiente elektrokimikoa sortuta duelako berez.



-Honek Fe^{2+} oxidatzen du, barneratutako protoiak ezabatzeko erabiltzen baitu → EZ energia lortzeko.

-Errustizianinak: ioi ferrosoa → Fe^{3+}

-Oxigenoak elektroiak zein protoiak hartuko ditu, barne azidifikazioa saihesteko.

-Ingurune azido honi esker, berak jada gradientea eratuta izango du.

-Elektroiak alderantziz garraiatu behar ditu → honetarako gradiente elektrokimikoa gastatu beharko du.

-Honi esker ahalmen erreduzitailea lortzen du.

-Bakterioak: hidroxobakterioak, azetogenikoak (H → azetato bihurtu).

7. FOTOTROFIA

Fotosintesia burutzen dute, energia eguzkitik lortzen: Argi energia → Energia kimikoa.

Prokariotoen artean:

- Bacteria:

- Oxigenikoa: O₂ sortzen dute, landareen moduan.

- Anoxigenikoa: EZ dago O₂ sorrerarik. Adib: Bakterio berdeak, gorriak, purpurak edota heliobakterioak.

- Archaea: printzipioz EZ dago, *Halobacterium* izan ezik.

- Fotosintesi sinpleena da, hartzaile batek e⁻ ak hartu → kanporatu.

-Talde filogenetiko desberdinetan ematen da.

EZAUGARRI OROKORRAK

-Bi fase ditu:

1. Fase argitsua:

- Eguzkia behar da.

- Eguzki energia → energi kimikoa.

- e⁻ eta ahalmen erreduzitzailea → biosintesarako erabili.

- ATP sintesia eta piridin nukleotidoen erredukzioa.

2. Fase iluna:

- Argi beharrik gabe.

- CO₂ finkatu → Calvin ziklo bidez.

- Biosintesi fasea.

- Lortutako ATP a erabili eta piridin nukleotidoak → aitzindariak sintetizatzen.

FOTOFOSFORILAZIOTik lortzen dute:

-Eguzkiak → e⁻ garraioa aktibatzen du, tilakoide mintzetan zehar. → gradientea sortu.

-ATP sintesia emango da.

FOTOERREDUKZIOA:

-Piridin nukleotidoak erreduzitzeko prozesua.

-Taldearen arabera, bi modutakoa izan daiteke:

- Oxigenikoa (zianobakterioetan): e^- emailea H_2O izango da.
- Anoxigenikoa (Protoklorofitoetan) :
 - Konposatu organikoetatik (fotoorganotrofoak):
 - Konposatu inorganikoetatik (fotolitotrofoak): H_2 , sulfuro, S^0 , H_2S .

MANTENTZE METABOLISMOTik hauek lortzen dira:

-Ahalmen erreduzitzailea.

-Energia.

-Metabolitoak $\rightarrow CO_2$ finkatu.

+Finkapenaren salbuespena: Bakterio berdeak \rightarrow Krebs ziklo erreduzitzailea erabiliko dute, CO_2 finkatzeko.

-Mintzean hiru osagai:

- Pigmentuak: eguzki-argia xurgatzen dute (antena sistemak).
- Fotosistema: e^- askapena, erreakzio-zentroa.
- Garraio-katea: e^- garraioa ematen da, erredukzioa ahalmenaren arabera.

1. ANTENA-SISTEMAKO PIGMENTUAK

- Zianobakterioetan : FBN, karotenoideoak (klorofila.)
- Bakt. berde/gorrietan: bakterioklorofilak (uhin luzera desberdinekoak.)

-Eguzki-energiaren xurgapena egiten dute.

2. ERREAKZIO-TOKIA

-Argia xurgatu \rightarrow aktibatu $\rightarrow e^-$ garraiatu erreakzio zentrorra $\rightarrow H^+$ ponpaketa.

- Zianobakterio / Proklorofitoetan : tilakoideetan gordetzen dute sistema guztia \rightarrow fotosintesia emango da.

- Bakterio berdeetan: fotosintesi aparatua, mintz plasmatikora lotuta dago, klorosoma.
- Bakterio gorrietan: mintz plasmatikoaren inbaginazioak, bertan kokatuta dauden aparatuek.

Fotosintesi oxigenikoa VS Fotosintesi anoxigenikoa

- BAKTERIO GORRIAK (*Chromatium*):

-Antenak → argia jasotzen du → PS aktibatu → e^- garraioa aktibatu → e^- garraio ziklikoa → H^+ ponpaketa → ATP.

-Hau eman dadin, piridin nukleotidoak alderantzizko garraio katean.

-Honek zulo elektronikoa sortzen du: konposatu batzuen oxidazio eman beharko da → e^- askatu → fotosintesian sartu eta ziklikoki biltzeko.

- BAKTERIO BERDEAK (*Heliobacterium*):

-Fotofosforilazio ziklikoa: e^- ak ateratzean, erredox potentziala negatiboa denez zuzenean eman daiteke piridin nukleotidoetaraino.

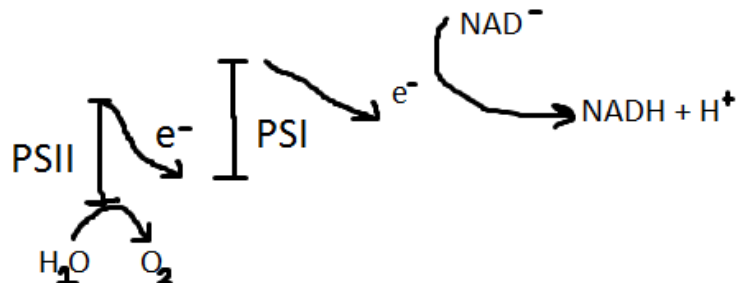
-Gai dira konposatu organiko zein inorganikoak oxidatuz → e^- lortzeko.

- ZIANOBAKTERIOAK

-Oxigenikoa da → O_2 sortzen da.

- H_2O da e^- emailea.

-Bi fotosistema:



Zulo elektronikoa bete ahal izateko, PSII-ko H_2O -tik askatzen diren e^- ak erabiliko dira.

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

-Turbidimetria: Uhartasun / 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.

-Emitza: 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.

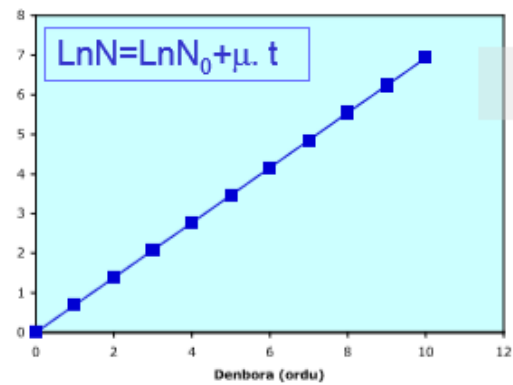
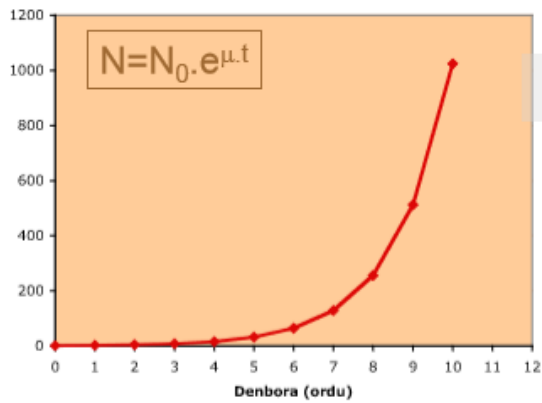
-Taula batean ipini lortutako datuak → grafikotu.

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

-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.

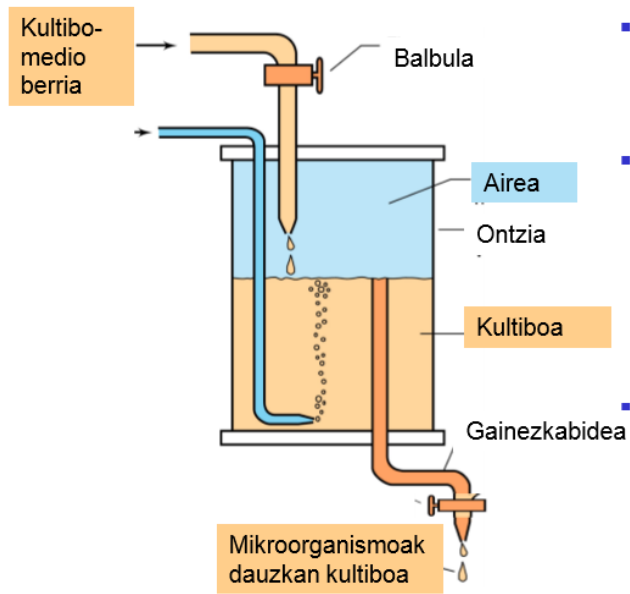
-Hiltzen diren zelulak lisatzekotan, erraz detekta daiteke → bestela zailagoa da mikroskopioz behatu arren → hilak daudenak bizirik daudela ematen duelako.

-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. MIKROORGANISMOEN HAZKUNTZA NATURAN

Naturan, baldintza fisiko-kimikoak oso anitzak dira. Eta beraz, mikroorganismoaren eta ingurunearen arabera, moldaera desberdinak ager daitezke.

Ekosistema desberdinetan ematen diren mikroorganismoen hazkuntza-motak eta rolak ulertzea ezinbestekoa da:

-Mikroorganismoen hedapen naturala ulertzeko.

-Jarduerak kontrolatzeko.

-Aplikazio teknologikoak garatu, eta gure ingurunera moldatu ahal izateko.

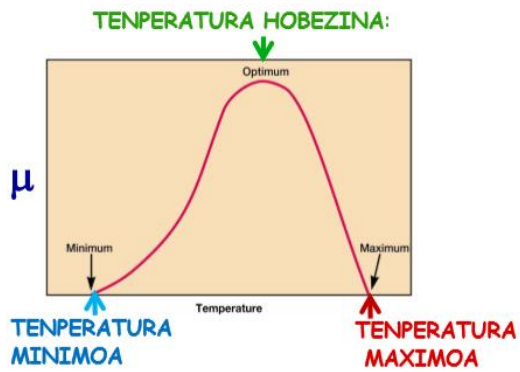
1. BALDINTZA FISIKO-KIMIKOAK

- TENPERATURA:

-Tenperatura baxuetan, normalean, mikroorganismoen hazkuntza gelditu egiten da (hozkaileak...) → mikroorganismoak kontrolpean edukitzeko baliagarria.

-Tenperatura altuetan, mikroorganismoen heriotza ematen da, osagai zelularren aldaketa itzulezinak direla-eta.

-T^a-ren eragina aztertu: matrazeetan kokatu eta tenperatura desberdinen pean jarriko ditugu → bakt. dentsitatea neurtuko dugu.



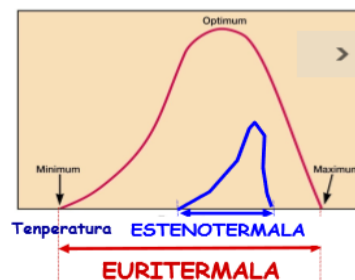
-**Tenperatura kardinalak**, mikroorganismo baten hazkuntzarako baldintzei buruzko informazioa ematen digute.

Mikroorganismoen arabera, T^a kardinalak desberdinak eta espezifikoak izango dira, edota...

- ✓ Tenperatura baxuegietan → mintza gelifikatu eta solutuen garraioa moteldu.
- ✓ Tenperatura altuegietan → egiturak desnaturalizatu.

Tenperatura hobeziaren tartearen arabera ere bi talde bereiz ditzakegu:

-Estenotermalak: ingurune nahiko konstanteetan bizi behar dira.



-Euritermalak: tenperatura-tarte handi baetna hazteko gai dira.

-Tenperatura hobeziaren arabera → hazkuntzarako tenperaturarik egokiena. Honen arabera, honela sailka daitezke:

- ✓ Psikrofiloak: tenperatura hobeziaren baxua dute.

-*Polaromonas vacuolata* (4°C-tan).

-Hainbat moldaera:

-Mintz plasmatico berezia → jariakortasun handikoa.

→ g. azido asegabe asko.

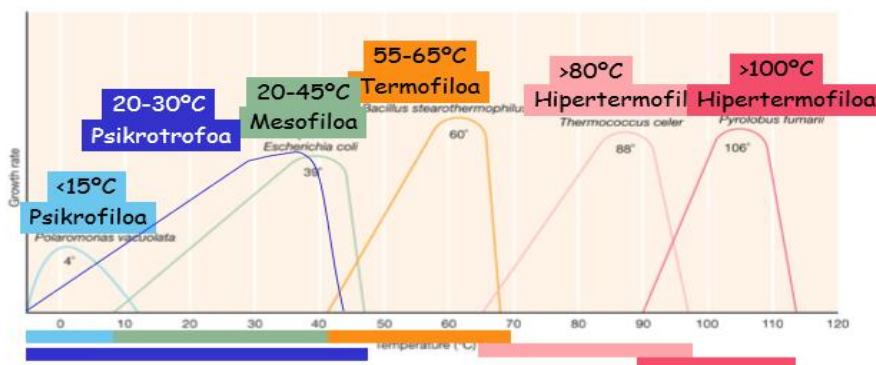
→ lotura bikoitza askoko kate luzea.

-Proteinak → α -helize estruktura berezia, T^a baxuekiko erresistentea.

→ aminoazido polar asko.

- T^a igo ahala → beren proteina termosentikorrek desegin.

- ✓ Mesofiloa: tenperatura hobezina ertainekoa da.
-*E.coli*... (30-40°C artean).
- ✓ Psikrotrofoak: Tª hobezina ertaineko izanik, gai dira baxuagoetan bizitzeko.
- ✓ Termofiloak: Tª hobezina nahiko altua dute.
-*B. estearothermophilus* (60°C-tan).
-Hainbat moldaera:
 - Proteina oso egonkorak → paketatze dentsoa → sol. egonkortzaileak sortu.
 - Mintz plasmatico egonkorra → g. azido ase asko.
 - Arkeoetan → eter loturak eta monogerruza batzuetan.
 - DNA egonkortzeko mekanismoak → desnaturalizatu ez dadin.
 - DNA biribilketarako geneak dituzte.
 - Esporak sortzeko gai dira → zelula erresistenteak (100°C-tan bizi): *Bacillus* hauen presentzia behatuz, gauzak esterilizatu direla konfirma dezakegu.
- ✓ Hipertermofiloak : beharrezkoak izango dituzte Tª altuak hazteko.
-*Piruloneus furani* (106°C), *Thermococcus aller* (88°C)..
-Iturri hidrotermaletan eta geiserretan ugari → naturan leku berezietan aurkitzen dira.



- pH-a
-pH-ak azidotasunaren inguruko informazioa ematen digu.

-Mikroorganismoen zitplasmaren pH-a neutroa izan ohi da (6,8-7 artean), baina organismo batzuek pH baldintza oso azido edota oso alkalinoetan gai dira. Honen arabera:

← Azidofiloak → 5,5 ← Neutrofiloak → 8 ← Alkalofiloak →

Acidithiobacillus ferrooxidans.

- SOLUTU [] / URAREN AKTIBITATEA

-[Solutu] zenbat eta handiagoa, uraren aktibitatea orduan eta baxuagoa izango da.

-Uraren aktibitatea 0-1 ra neurtzen badugu:

-1 inguruan: [solutu] oso baxua → itsasoan.

-0 inguruan : [solutu] oso altua →

$$a_w = \frac{P \text{ material batean}}{P \text{ ur puruan}}$$

P = lurrun-presioa

Ur aktibitatea txikiagoa izango da → mikroorganismoek lan gehiago burutu beharko dutelako ura hartzeko.

- ✓ Ingurune **hipotonikoan**:

Kanpo inguruko [solutu] baxuagoa da.

-Kanpoko urak aktibitate altua du.

-Urak zelulara sartzeko joera.

-Horma zelularrak, turgentzia oztopatu.

+Adib:

-Odola → *Escherichia*, *Streptococcus*...

-Itsasoko ura → *Vibrio, Pseudomonas...*

-Ur purua → *Caulobacter, Spirillum...*

✓ Ingurune **hipertonikoan**:

Kanpoko [solutu] altuagoa da.

-Kanpoko urak aktibitatea baxua.

-Urak zelulatik ateratzeko joera.

-Plasmolisia gertatzen da.

-Solutu osmobabesleak: barne [] igotzeko: prolina, Glu, K⁺, sorbitola, glizerola...

+Adib:

-Laku gazietan.

-Arrain gatzagietan.

-Txokolate/ezi... → ondoak ugariak. → mermeladetan [azukre] altuegia izaten da.

OSMOJASANKORRAK

kanpo [solutu]

onartu

- Ingurune hipertonikoetan bizi daitezke

HALOJASANKORRAK

kanpo [Na⁺]

onartu

Vibrio fischeri, S.aureus

OSMOFILOAK

kanpo [solutu]

behar

- Ingurune hipertonikoetan soilik hazten dira

HALOFILOAK

kanpo [Na⁺]

behar (itsastarrak)

- P
R
E
S
I

HIPERHALOFILOA:

Halobacterium salinarum.

O HIDROSTATIKOA

Ur zutabeak egindako presio da, mikroorganismoaren kokapenaren arabera, beraz, desberdina izango da :

-Lur azalean, 1 atm-ko presioa dago.

-100 m sakondu ahala, 1 atm handitzen da.

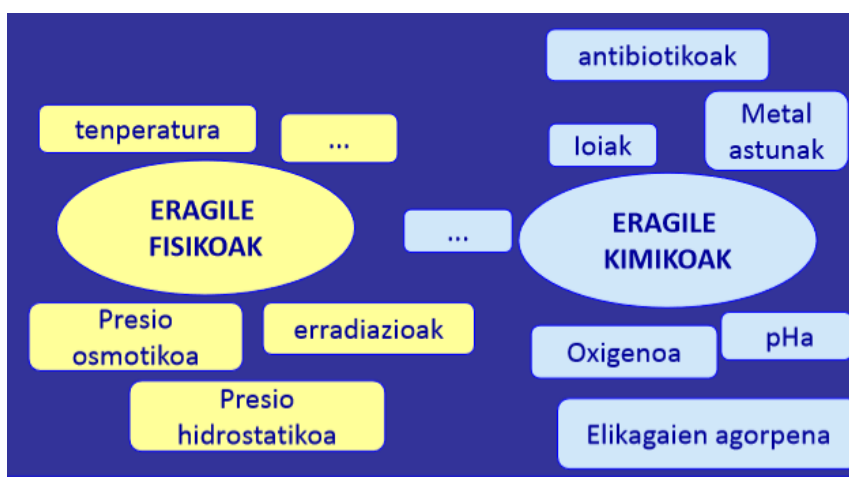
→ Marianako fosa: 10.500 m sakon izanik, 1.100 atm-ko presioa dago.

-Entzimen substratuari lotzeko gaitasuna txikitzen da.

-Zelularen zatiketean → zelula luzatu, baina tabikerik EZ da sortzen, zatiketa oztopatuz.



2. ESTRESAREKIKO ERRESISTENTZIA



Estresaren aurrean, hainbat aukera ditu:

-Komunikazioa → quorum sensing-a aktibatu.

-Komunitateak sortu → biofilm estrukturak.

-Zelula erresistenteak sortu → endosporak.

-Fase geldikorrean sartu.

-...

1. FASE GELDIKORREAN SARTU

Aldaketak:

-Tamaina txikitu. → erresistentzia handitzeko.

-Apurketa mekanikoarekiko erresistentzia handitu.

-Helburua, biziraupena → EZ ugalketa.

-Egitura bereziak:

- Peptidoglukanoan lotura gehiago.
- Gram (-) → lipopolisakarido gehiago.
- Mintz plasmatikoa:
 - Kardiolipina gehiago.
 - Fosfatidilserina/glizerol gutxiago.
 - Nukleotide kondentsatuagoa.
 - Pili eta flagelo gehiago sortu.

2. IHES EGIN

-Gas bakuoloen bidez.

-Ile, zilio etab. bidez.

-Irristadura → mukiaren bidez.

3. QUORUM SENSING

-Zelulen arteko komunikazio-mekanismoa, batez ere prokariotoetan → populazio espresio genetiko kolektiboaren erregulazio mekanismoa.

-Autoinduktore molekulak kanporatzen dira:

- Gram (+) → oligopeptido modifikatuak.
- Gram (-) → azil homoserina laktonak.

-Bloluminiszentzia: *Vibrio fischeri* → Sinbiosia, arrainak argia eta bakterioak janari eta babesa lortuko dute.

-Patogeneizitatea.

-Esporulazio egoera, zelulak babestearren.

-Konpetentzia egoera. Material genetikoaren transferentzia-tasa altua.

4. KOMUNITATEEN ERAKETA

-Biofilm egiturak sortzen dira

-Abantailak:

- Erresistenteak, kanpo faktore fisikoekiko
- Fagoekiko.
- Antibiotikoekiko.

5. ZELULA ERRESISTENTEAK

-Zenbait faktoreekiko erresistentzia lortzen dute:

- Temperatura.
- O₂.
- Alkaliak, azidoak...
- Erradiazioa.

-Exosporak → onddo eta aktinomizetoen kasuan.

-Firuen muturretan kokatzen dira.

-*Streptomyces, Corinebacterium...*

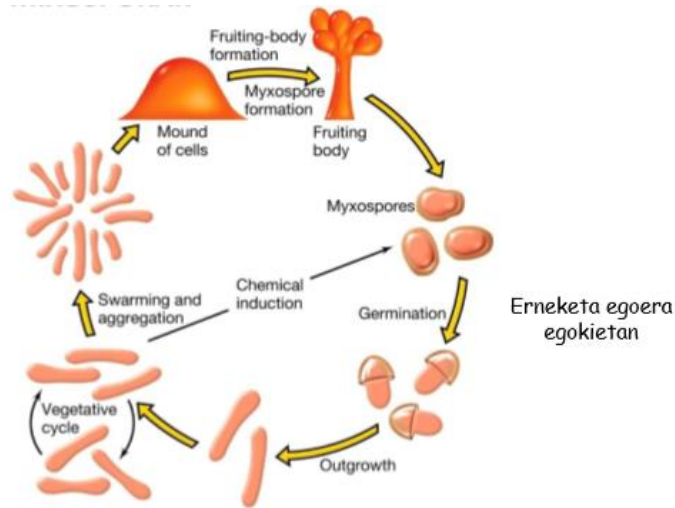
-Akinetoak → zianobakterio firukara batzuetan.

-Filamentuetan kokatzen dria.

-Leku berrien konkista.

-Mixosporak → mixobakterioetan.

-Bizi-ziklo berezia.



-Endosporak → bakterioen barruan eratuak.

-T^a altuekiko erresistenteak: janarien prestaketetan kontuan hartu beharrekoak.

-Biziraupen handia.

-Zelula begetatibo batek → endospora bakarra.

-Borobilak eta oboideak dira, erdian edo muturrean kokatuta → zelula deforma dezakete. → baldintza egokietan, erneketa.

-GENEROAK:

- Beti Gram (+)
- *Bacillus*.
- *Clostridium*: nahiko patogenoak, ondo hil behar dira. Lata bat irekitzekotan, gas soinua entzuten bada, kutsatuta egon daiteke.
- (*Esporo*)...
- *Thermoacidomyces*.

-ZELULA BEGETATIBO vs ENDOSPORA:

- Egitura desberdinak.
- Konposatu desberdinak → batzuk soilik endosporetan.
- Metabolismo, hazkuntza...baxuagoa dute.

-EGITURA

*Adib: *Bacillus anthracis*.

1. Kortexa: peptidoglikano antzeko geruza, guztietan agertzen da.

2. Espora zorroa: proteinazkoa, guztietan agertzen da.
3. Exosporium: geruza txuria eta mehea, proteinazkoa. EZ dago guztietan.
4. Protoplastoa: endosporaren muina → zitoplasma, nukleoida...

-Ura gutxi dute: %10-25 bitartean → beroa, erradiazioetik babestu.

-[Ca²⁺] handia:

-Azido dipikolinikoa: soilik endosporetan.

Bi konposatu hauek lotuta, kaltzio dipikolinatoak, proteina eta azido nukleikoak babesten ditu → beroa, konposatu kimikoetatik babestu.

-S.A.S.P proteina babesleak (Small Acid-Soluble Proteins): DNArri lotuzen zaizkie, babesteko. → beroa, erradiazioa, lehorketa, konposatu kimikoetatik babestu.

-Kanpo geruza gehiago: konposatu kimiko eta entzimekiko erreisitentzai areagotzen dute.

-Aktibitate metabolikoa gutxitu: bizirauteko helburuarekin, energia gorde.

-ENDOSPORAREN SORRERA

1. Nukleoidaren luzapena.
2. Mintz plasmaticoaren inbaginazioa.
3. Zelulan tabikea eratu.
4. Zelula handiaren mintzaz endospora inguratu.
5. Aurespora /Forespora: bi mintzen artean mureinadun kortexa eratzen da, eta deshidratazioa eman.
6. (Exosporium eratu).
7. Coat geruza, kaltzio dipikolinatoa eta SASP proteiak eratu → Endospor erata jada.
8. Endosporak askatu.

-BALDINTZAK HOBETZEAN → ASKATZEA

- Oso arina: minutu batzuetan.
- Erresistentzia galdu.
- Kaltzio dipikolinatoa galdu.
- Kortexa desagertu.
- SASP proteinak solugarriak degradatu (Energia eta C iturria).
- Hazkuntza → H₂O gehituta.
- RNA, DNA eta proteinak sintetizatu.
- Pareta zelularra sintetizatu, espora zorrotik askatu → zelula begetatiboa.

10. MIKROORGANISMOEN KULTIBOA

Kultibo-medioak mota askotakoak eta oso ugariak izan daitezke, mikroorganismoaren araberakoak. Bi faktore hartu behar ditugu kontuan

- KANTITATEA:
 - gehiegizkoa:
 - gutxiegi: mikroorganismoen heriotza.
- OSAGAIAK:
 - Ura: destaltua izan beharko du, iturrikoak Cl_2 -a baitauka (desinfektatzailea).
 - Oinarri minerala: oligoelementuak.
 - C, N, S, P... iturria.
 - Energia iturria.

1. OINARRI MINERALA

* Kontzentrazio handietan: P, Mg, Ca, P, Fe, Si, Na...

-Gatz ez-organiko moduan gehitzen dira.

* Kontzentrazio ertainetan: Cu, Mn, Zn...

-Gatz ez-organikoen ezpurutasun moduan agertzen dira.



2. ENERGIA

-Leku desberdinetatik lortzen dutenez, modu desberdinetan hornituko da:

- FOTOTROFOA: inkubazioa argipean egingo da.
- KIMIOLITOTROFOA: konposatu ez-organikoak jarriko dira.
- KIMIORGANOTROFOA: konposatu organikoak “ “.

3. C ITURRIA

-Iturri desberdinak.

-  AUTOTROFOA: CO_2 -tik aterako dute, beraz inkubazioan bertan.
-  HETEROTROFOA: konposatu organikoak gehitu.

4. N ETA S

✚ ORGANIKOAK: aminoazidoak (peptonak, haragi/legami aterakinak.)

✚ INORGANIKO ERREDUZITUAK:

-NH₄⁺ gatzak: NH₄⁺ atera eta asimilatu.

✚ INORGANIKO OXIDATUAK: S atera eta asimilatu.

✚ N₂ GEHITU: nitrogeno finkatzaileen kasuan

5. PH ERREGULATZAILEAK (tanpoiak)


-Potasio fosfata (KH₂PO₄).

-Bipotasio fosfata (K₂HPO₄).

-Karbonatoak.

-PH= 6,8 inguruan mantentzen dute.

6. PH ADIERAZLEAK

-Bromokresol berdea:  3,8 — 5,4 —

-Metilo gorria :  4 — 6 —

-Bromotimol urdina:  6,8 — 8 —

-Gorri neutroa:  6,8 — 8 —

7. INHIBITZAILEAK

-Antibiotikoak: nahiko aldakorrek eta espezifikoak, mikroorganismoaren arabera.

-Detergentea edo garbikaria:

- Zetrimidaren kasuan, adibidez, *Pseudomonas aeruginosa* erresistentea izango da (xaboietan ager daiteke), baina detektatzaile moduan erabili dezakegu, beste organismo guztiak hil, eta *P.aeruginosa* baino ez baita geldituko.

-Behazun-gatzak eta kristal morea (MacConkey agarra): bakterio gram (+) eta (-) batzuen hazkuntza inhibitzen dute.

8. GELIDIFIKATZAILEA

-Agar-agarra.

KULTIBO MOTAK

1. EGOERA FISIKOA ren arabera:
 - SOLIDOA: agarra [15g/l].
 - ERDI-SOLIDOA: agarra [7g/l].
 - LIKIDOA: agarrik gabea.
2. KONPOSAKETA ren arabera:
 - ZEHAZTUA/ SINTETIKOA: osagai guztien konposaketa eta [] jakina denean.
 - ZEHAZTUGABEA/ KONPLEXUA: konposatu ezezagunen bat daukanean.
 - ABERASTUA: elikagai bereziren bat daukanean (odola, gatzak...)
3. FUNTZIOA ren arabera:
 - OROKORRA: mikroorganismoen hazkuntza orokorrerako.
 - BEREIZGARRIA: mikroorganismoen desberdintzapena helburu.
 - HAUTAGARRIA: soilik mikroorganismo batzuk soilik haziko dira.
-Aberasgarriak: hazkuntza faboratu.

-Identifikazioa: bereiztu eta identifikatu.

MEDIO DESBERDINEN FUNTZIOAK:

MEDIO 1

K_2HPO_4 1g	* e ⁻ emailea: ura.
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$... 0,2g	* energia-iturria: argia.
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$... ,0,01g	* C iturria : CO_2 .
$CaCl_2$0,01g	
Mn, Mo, Cu,Co, Zn (bakoitza).....0,02 mg Ur destilatua.....1 litro	FOTOLITOAUTOTROFOA:

MEDIO 2:

	* e ⁻ emailea: NH_4Cl eta H_2O .
NH_4Cl1g	* energia-iturria: argia.
Oinarri minerala..... 1 litro	* C iturria: CO_2 .

FOTOLITOAUTOTROFOA

MEDIO 3:	*e ⁻ emailea: glukosa.
Glukosa.....5g	*energia iturria: glukosa.
NH ₄ Cl.....1g	*C iturria. Glukosa.
Oinarri minerala..... 1 litro	+NH ₄ : N-a etab.

KIMIORGANOHETEROTROFOA

MEDIO 4:	*e ⁻ emailea: glukosa.
Zikloheximida.....0,1mg Glukosa.....5g	*energ. Iturria: glukosa.
NH ₄ Cl.....1g	*C iturria: glukosa.
Oinarri minerala..... 1 litro	+Zikloheximida: inhibitzailea.

KIMIORGANOHETEROTROFOA

MEDIO 5:	*e ⁻ emailea: glukosa.
Legamia aterakina...5g Glukosa.....5g	*energia iturria: glukosa.
NH ₄ Cl.....1g	*C iturria: glukosa.
Oinarri minerala..... 1 litro	+Legamia: ??? (karbono dioxidoa sortzeko?)

KIMIORGANOHETEROTOFOA

MEDIO 6:	*e ⁻ emailea: glukosa.
Agar-agarra.....15g Legamia aterakina...5g	*energia-iturria: glukosa.
Glukosa.....5g	*C iturria: glukosa.
NH ₄ Cl.....1g	*Agarra: gelidifikatzailea.

Oinarri minerala..... 1 litro

MEDIO 7:

*

Gorri fenola.....0,002 gr

Agar-agarra.....15g

Legamia aterakina...5g Glukosa.....5g

NH₄Cl.....1g

Oinarri minerala..... 1 litro

INKUBAZIO BALDINTZAK

-Tenperatura.

-Oxigenoa.

-CO₂-a.

-Argia.

1.TENPERATURA

-Labeen bidez kontrolatzen dugu (30°C, 36°C...)

2. OXIGENOA

-Aerobio/hautazko anaerobioen kasuan: ez dago arazorik, laborategiko baldintzak aerobikoak izaten direlako.

Mikroorganismo aerobioen kultiboak, inkubagailu irabiodunetan irabiatzen dira, pixkanaka oxigenatu ahal izateko.

-Derrigorrezkoa anaerobioen kasuan: ingurune oxigenoa kendu beharra dago, bestela hilgarria izango da mikroorganismoentzat.

- Eragile erreduzituak gehituz (Cys, Tiol...), inguruko O₂-a kentzen da.
- O₂-a kendu, beste gasen bat sartuta (N₂...) "lekua kenduko" dio.
- Ingurune anaerobikodun ontzi batean inkubatzea: ANAEROBIOSI ONTZIA.

-Ura gehituta, sodio bikarbonatozko sobre bat sartzen dugu.

-Bi hauek erreakzionatzean, CO₂ eta H₂ sortzen dira.

-Tapako paladio katalizadorean, $H_2 + O_2$ erreakzionatu $\rightarrow H_2O$ sortu.

- Anaerobiosi ganberak ere erabili ditzakegu.

+Urdin metilenoari esker, anaerobiosi egoera bat lortu dugun edo ez jakin ahal izango dugu, urdina jartzen denean.

3. CO_2

-Labe berezietan CO_2 metatu.

-Kultibo-medioan $CaCO_3$ edota Na_2CO_3 ... gehitu.

4. ARGIA

-Fotoautotrofoetan beharrezkoa izango da.

-Bi modutan egin dezakegu:

1. Matrazea eguzki-argira gerturatu.

2. Inkubagailuetan lanpara bereziak erabili, eguzkiaren argia imitatzen dutenak (intensitatea, iraupena, uhin-luzera, zikloak...)

MIKROORGANISMOEN KONTROLA

-Askotan, mikroorganismoak haztea ez da gure intereserako onuragarria, laborategi, ebakuntza-gela, ospitale eta bestelako lekuetan, beraz, hazkuntzaren kontrola eduki beharko dugu.

-Gaixotasunak kontrolatu.

-Elikagaien deskonposaketa ekidin.

-Bi eragile mota:

- Germizidak: mikroorganismoak hiltzen dituztenak.
- Germistatikoak: mikroorganismoen hazkuntza inhibitzen dute, bain ez dituzte hiltzen

+Mikroorganimoaren arabera:

-Bakteri...

-Fungi...

-Algi...

-Biru...

-Hiru tratamendu:

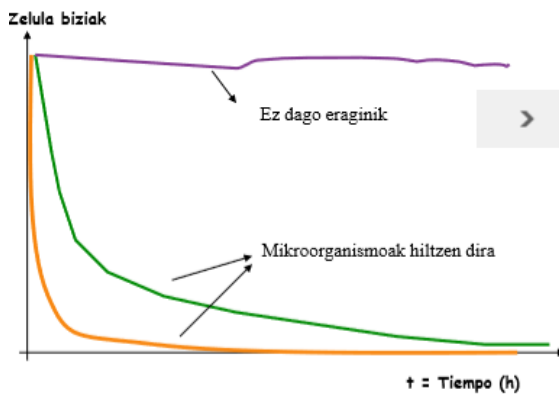
1. Desinfekzioa: material bizigabeen dauden zelula begetatibo gehienak ezabatzea.
2. Antisepsia: material bizidunean dauden zelula begetatibo gehienak ezabatzea.

3. Esterilizazioa: material bizidun zein bizigabea mikroorganismo guztien ezabatzea.

HERIOTZA TASAREN KALKULUA

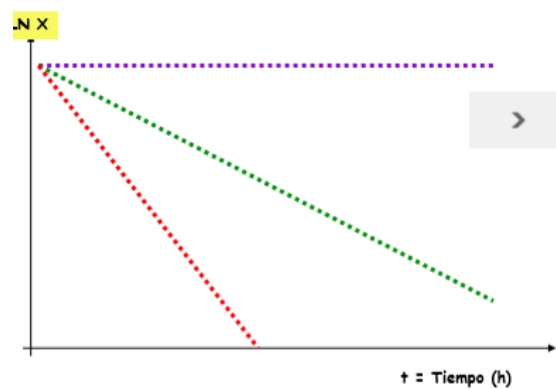
Tratamendu bat aplikatu ostean bere eragina azertu nahi bada, lehendabizi azpilagin bat hartu, eta honen dentsitatearen eboluzioa neurtu beharko dugu, denboran zehar.

Adierazpen grafikoa.



Adierazpen logaritmikoa: erregresio-zuzena.

Malda = heriotza-tasa.



Tratamendu eraginkorrena: laranja.

MIKROORGANISMOEN KONTROLA: ERAGILEAK

-ERAGILE FISIKOAK.

- TENPERATURA:

- Labeen bidez: bero lehorra, hezetasunik (urik) gabe.

- Autoklabea: bero hezea (ur lurrina) erabiltzen du → mota askotako materialak esterilizatzeko: beira, ontziak... 1,1 atm, 121°C, 20 minututan zehar.

- Pasteurizazioa: bero trukagailuaren bidez.

- Aldizkako beroa.

- Hotza: eragin germistatikoa du soilik, hazkuntza inhibituz.

- Hozketa (0-7°C): psikrofiloak hazi.

- Izozketa (<20°C).

- IRAGAZKETA
 - Partikulak fluidotik kentzen dira.
 - Birusak kentzeko ez.
 - Likido termolabilak, gasak...
 - Iragazkiak: sakonerakoak edota mintz iragazkiak izan daitezke → HEPA.

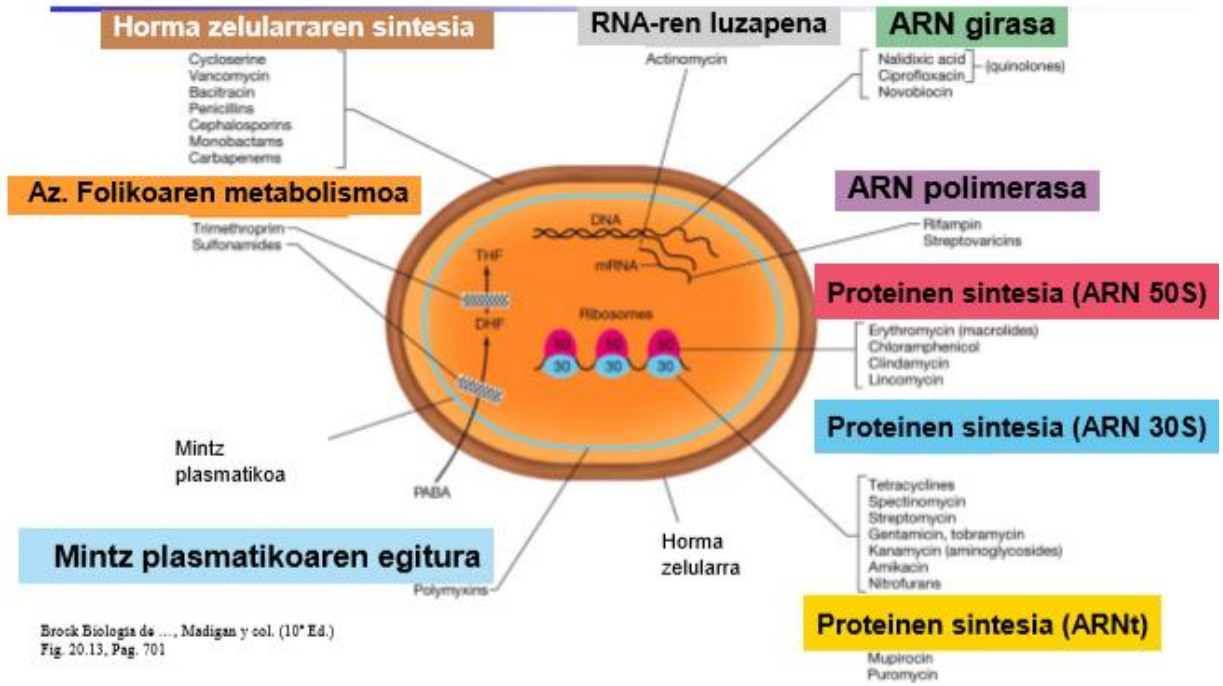
- ERRADIAZIOAK
 - Espektrio ultrabioletakoak erabiltzen dira gehienbat .
 - Gamma izpiak → erradiazio ionizatzailea.
 - DNA eta proteinak degradatzen dituzte → erradikalen bidez.
 - Elikagai eta farmazia industrian.
 - Material medikoaren esterilizazioa.
 - Izpi ultravioleta → erradiazio ultramorea.
 - DNA eta timinaren dimeroak sortu.
 - Airea eta azalerak esterilizatu.

-ERAGILE KIMIKOAK

- ANTISEPTIKOAK
 - Bizidunen ehunetan erabili daitezke (larruazala...)
 - Alkohola (etanol (%70))
 - Iodoa.
 - H₂O₂.
 - Metala astunak: merkuriokromoa, zilar-nitratoa...
- DESINFEKTATZAILEAK
 - Soilik materia bizigabeen erabili, toxikotasuna dela eta.
 - Kloro eta deribatuak.
 - Fenolak.
 - Etileno oxidoak.

-Ozonoa.

-Aldehidoak.



Brock Biología de ..., Madigan y col. (10ª Ed.)
Fig. 20.13, Pág. 701