

BIZITZA

TENPERATURA

ALTUKO

INGURUNEETAN

Maxux Urdapilleta Iraola

INGURUNEA berezia bada, hau da, beroegia, hezeegia edo gaziegia, izaki bizidun gehienak desagertu egiten direla badakigu. Hala ere, ingurune hauek daukagun informazioa eskasa da.

Dena dela, ingurune berezi hauek izaki bizidun bakar batzuk aurki ditzakegu:

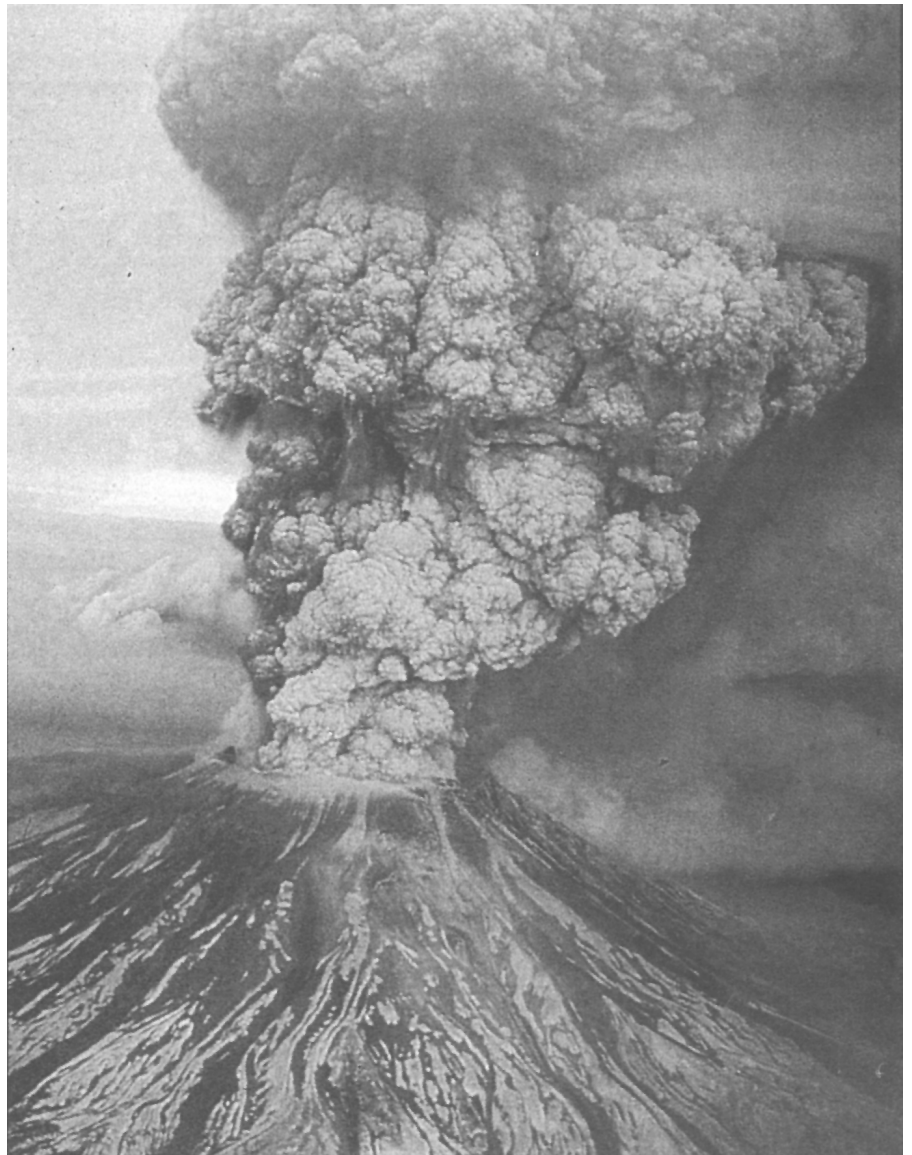
- Ur gazia dagoen lakuetan
- Ur mineral beroak dauden iturburuetan
- Itsaso sakonetan
- Atmosferako goi aldean
- Sekulan desagertzen ez diren elurretan

Hauetan berezienak dudarik gabe, tenperatura altuko inguruneak ditugu.

TENPERATURAREN ERAGINA

Zelularen aktibitatean, tenperatura da eraginik garrantzitsuen duen parametroa.

Planetan zehar tenperatura nahikoa moderatua bada ere, beti aurki ditzakegu tenperatura altuko zonak sumendien inguruetan. 60°C-tik gora bakterioek bakarrik irauten dute bizirik. Landare eta abere gehienak 37°C-tik gora desagertu egiten dira. Zenbait ikerlariri izaki bakoitzak zein tenperaturataraino iraun dezakeen jakitea





interesgarria iruditzen zitzaion. Horri buruz ikerketa sakonak egin zituen Cohn-ek, eta atera zuen ondoriorik garrantzitsuena hau izan zen:

Temperatura igo ahala talde taxonomiko osoak desagertu egiten direla.

Ikuspuntu filogenetikotik begiratu, izaki bizidunak bi motakoak izan daitezke:

- Eukariotoak → Nukleoa ondo osatua daukatenak
- Prokariotoak → Nukleorik ez daukatenak, hauen adibide bakarra bakterioak izanik.

Ezin dugu 50°C-tik gora bizi daitekeen izaki bizidun multizelularrik aurkitu.

60°C-tik gora bizi daitezkeen izakiak termofilo izenez ezagutzen dira, eta prokariotoak, hau da, bakterioak bakarrik garatzen dira tenperatura hauetan.

Baina prokariotoen artean batzuk bakarrik aurki ditzakegu 60°C-tik gorako biotopoetan. Gainera tenperatura altuetan bizi diren bakterio batzuk termofilo izateaz gain azidofilo ere badira, hau da, pH baxuetan bizi daitezke.

Bakterio-espezie termofiloena 1982. urtean isolatu zen, *Pyrodictium*

izena eman zitzaion. Bakterio hau 11°C-tan gara daiteke. Orain dela gutxi arte, izaki bizidunak 100°C-ko tenperatura arte bakarrik iraun zezaketela uste zen.

Azken urteotan egin diren ikerketen ondorioz 350°C-ko inguruneak topatu badira ere, izaki bizidunek jasan dezaketen temperaturarik altuena 110-250°C bitartean dagoela uste da.

BIOTOPO GEOTERMIKO EZAGUNENEN IKERKETA

Ingurune geotermiko naturalak mikroorganismoen ekologia aztertzeko ingurune aproposak dira.

Mikrobioen ekologia aztertu deneko iturburu epelen pH-a oso baxua da. Azidotasun hau, H₂S eta pirita (FeS₂) bezalako sulfuroen oxidazioz sortutako H₂SO₄-aren formazioari zor zaio.

Sulfuroak oso ugari aurkitzen dira sumendien inguruetan. Sulfuro hauek berehala oxidatzen dira oxigeno dagoenean. Oxidazio hori espontaneoki ala S (sufrea) oxidatzen duten bakterio batzuen eraginez gerta daiteke. Sufrea oxidatzen duten bakterioen artean SULFOBULUS deitu-

rikoa da arruntena. Sulfolobus hauek ingurune azidotan edo beroetan aurki ditzakegu. Ingurune hauetan arrain gutxi badaude ere, abere txiki batzuk aurki ditzakegu.

Ingurune geotermikoetan bizi diren bakterio termofilo batzuk agente biokimiko garrantzitsuak dira; natura-ko elementuen zikloan parte hartzen bait dute (sufrearen zikloan adibidez).

TERMOEGONKORTASUNA. MINTZAREN ARAZOA

Organismo batek tenperatura altuetan bizirik iraun dezan, garrantzitsuena mintz zelularren termoeگونkortasuna da.

Organismo mesofilo gehienek mintzak tenperatura igotzean berehala disolbatzen dira. Organismo termofiloen kasuan berriz, tenperatura altuetara berotu daitezke, mintzak bere osotasuna galdu gabe.

Mintzaren termoeگونkortasunaren oinarriak, ondoan adierazten ditugu. Zelula eukariotoen eta eubakterioen mintza geruza bikoitzek osaturik dago.

Geruza honetan lipidoak txertaturik aurkitzen dira. Lipido hauek bi alderdi dituzte: alderdi bat hidrofoboa eta bestea hidrofila da.

Alderdi hidrofiloa zelulatik kanporantz orientaturik aurkitzen da, ura ukituz. Hidrofoboa berriz, barrurantz, barruko ingurunea uretan nahikoa pobrea izanik.

Lipidoz osatutako geruza hau berotzen denean, alderdi hidrofoboak higi-

Zelula ez dago mintz biologikoz bakarrik osatuta; beste osagai makromolekularrez ere bai baizik. Osagai hauek proteinak eta azido nukleikoak dira. Proteinak eta azido nukleikoak konfigurazio espezifikoak dute eta konfigurazio hori mantendu behar dute

tido bakoitzak aurrean daukan kateko nukleotidoarekin interakzionatzen du, H (hidrogeno) zubiak osatuz.

Lotura hauek beroaren eraginez apurtu egiten dira, kateak aldendu egiten direlarik. Horrela ADN molekula bere funtzionaltasuna galtzen du.

Termofiloetan ordea, lotura gehigarri batzuen eraketa dela medio, bere osotasuna ez da apurtzen tenperaturaren eraginez.

ORGANISMO TERMOFILOEN ETORKIZUN INDUSTRIALA

Organismo termofiloak bi arrazoi-gatik interesatzen zaizkio Bioteknologiari:

- Baldintza berezitan hazi eta bizirik iraun dezaketelako.
- Bere osagai molekularren egonkortasuna oso garrantzitsua delako.

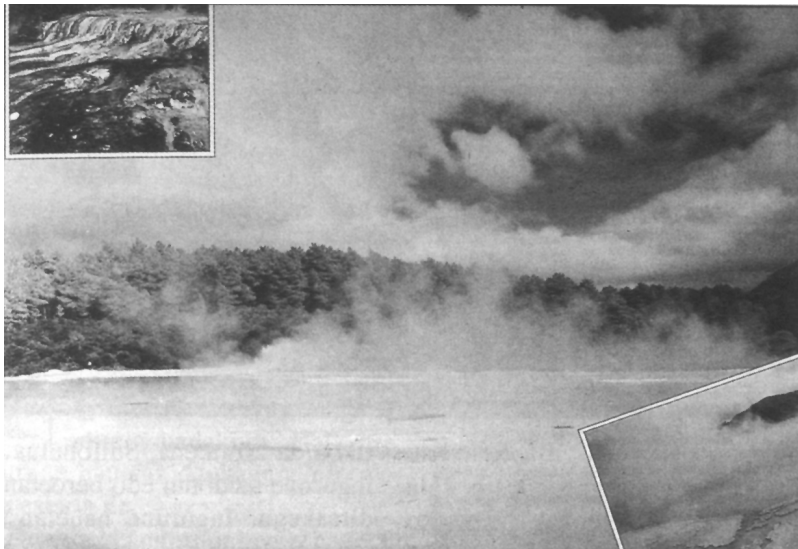
Organismo termofiloek jakinmin handia sortu dute, tenperatura altuetan lan egin dezaketen entzimak sortzeko gai direlako. Entzima termofilo hauek tenperatura moderatuetan ere entzima konbentzionalak baino egonkorragoak dira. Prozesu industrial bat entzima termofiloz sorturik badago, azkarrago garatuko da zenbat eta ingurune-tenperatura altuagoa izan.

TERMOFILOEN ERABILERA

Oso erabiliak dira arazgailuetako liseriketa anaerobioetan. Ondoko konposatuak produzitzeko erabiltzen dira:

- Etanola
- Alkoholezko erregaiak
- Azido azetikoa
- Antibiotikoak

Mikroorganismoen gain, beroriek sortzen dituzten entzimek ere garrantzi handia daukate industrian, prozesuen kostuak nabarmenki jaisten dituztelako.



Bakterio termofiloak gustora bizi dira Zeelanda Berriko Guaiotapu lakuko ur berotan. Uraren tenperatura 70°C-koa da.

kor bihurtzen dira, horrela elkarrengandik aldentzen hasten direlarik.

Tenperatura kritiko batetik gora molekula zeharo banatzen dira, mintza zatituz.

Bakterio termofiloek ordea, beste era batera jokatzeko dute tenperaturaren gorakadan.

Dakigunez, mintzaren tenperaturarekiko sentikortasuna lipidoek azido koipetsutan duten proportzioak baldintzatzen du.

Mintzean azido koipetsu asegabeak askoz ere libreago daude. Horregatik hauek askoz ere sentikorragoak dira tenperaturarekiko.

Lipidoak zenbat eta azido koipetsu asean proportzio handiagoa eduki, mintzaren fusio-tenperatura altuagoa izango da.

Hori dela eta, garbi ikusten da bakterio termofiloetan azido koipetsu asean proportzio askoz altuagoa dela.

aktibitatea izatekotan. Makromolekula hauen egitura, molekula bakoitzaren barnean sortzen diren interakzioen menpe aurkitzen da.

Interakzio hauek nahikoa ahulak direnez, erraz hausten dira tenperaturaren eraginez. Hauxe da organismo klasikoetan (hau da, proteinen eta azido nukleikoen kasuan) gertatzen dena.

Azkeneko ikerketek diotenez, termofiloen kasuen molekula barnean sortzen diren interakzio elektrosztatikoak direla medio, proteinen egonkortasun termikoa handia da. Azido nukleikoen kasuan ere, bere konformazioa energia baxuko interakzio batzuen bidez mantentzen da. Hauen egonkortasunak tenperaturarekiko menpekotasun handia du.

ADN molekula bi katea osagarri osatuta dago, biak kateaturik daudelarik. Katea bakoitzean dagoen nukleo-